وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

دور فيزياء المواد في تطوير التقنيات الطبية الحديثة

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة في جامعة بابل وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء

اعداد الطالبة
ايناس عماد عباس

بأشراف الدكتورة
أ . د ضيء علي

١٤٤٧ هـ

٢٠٢٦م

فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِن قَبْلِ أَن يُقْضَىٰ إِلَيْكَ وَحْيُهُ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴿١١٤﴾

سورة طه ﴿١١٤﴾

الاهداء

الحمد لله حباً وشكراً وامتناناً على البدء والختام

(وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين)

لقد شارفتُ على الانتهاء من مرحلة البكالوريوس بعد تعب ومشقة في سبيل الحلم والعلم، حملت في طياتها أمنيات الليالي.

أهدي هذا النجاح إلى نفسي الطموحة جداً، وإلى كل من سعى معي لإتمام هذه المسيرة.

إلى الأركان العظيمة في الحياة، إلى من شاركونا رحلتنا الشاقة، إلى من سعوا في بناء مستقبل مشرق لنا، شكراً بحجم بذلكم، فالشكر أبسط ما نحمله إليكم.

إلى الأعمدة الثابتة في الحياة "عائلتي".

إلى من لا ينفصل اسمي عن اسمه، ذلك الرجل العظيم..

إلى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة..

إلى من غرس في روحي مكارم الأخلاق، داعمي الأول وسندي، إلى من سعى لأجل راحتي ونجاحي، إلى أعظم رجل في الكون، إلى فخري واعتزازي "والدي الحبيب"

ايناس عماد عباس

شكر وتقدير

أحمد الله وأشكره تعالى على ما أنعم به عليّ من فضل وتوفيق فمنحني العلم والمعرفة والقدرة على إتمام الجهد المتواضع.

ويسرني أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير لأستاذتي الدكتورة :

(أ.د. ضيء علي)

والذي تكرمت مشكورة بقبول الإشراف على هذا البحث حيث قدمت لي النصح والإرشاد طيلة فترة إعداده.

ويسرني أن أتقدم لكافة الأساتذة الكرام أعضاء الهيئة التدريسية فلهم جميعاً كل الشكر والتقدير على تفضلهم بقراءتهم مناقشة هذا البحث وإبداء ملاحظاتهم القيمة.

الباحثة

ايناس عماد عباس

الخلاصة

يُعدّ موضوع دور فيزياء المواد في تطوير التقنيات الطبية الحديثة من الموضوعات المتداخلة بين فروع متعددة من العلم، إذ يربط بين مبادئ الفيزياء التطبيقية الخاصة بالمادة وبنيتها عند المقاييس المتناهية الصغر، وبين ما ينعكس ذلك على تحسين التشخيص والعلاج داخل المجال الطبي. ومن خلال هذا البحث، تم تناول فكرة محورية مفادها أن المادة عندما تُختزل أبعادها إلى نطاق النانو (غالبًا ما تكون ضمن مدى تقريبي من ١ إلى ١٠٠ نانومتر)، فإن خصائصها الفيزيائية والكيميائية تصبح مختلفة بصورة جوهرية عن خصائص المادة بالحجم الكبير، وهذا الاختلاف هو الذي يفتح المجال أمام تقنيات طبية أكثر دقة وكفاءة، وأكثر قابلية للتوجيه نحو مواقع المرض دون إحداث آثار جانبية مفرطة.

ولأجل فهم هذه العلاقة، بدأ البحث بتوضيح مفهوم المواد النانوية وتعريفها، ثم تم بيان أن سبب أهمية هذا المجال يعود إلى حقيقة أن القياس على مستوى النانو يغيّر: مساحة السطح الفعالة، والتوزيع الذري، والخواص الإلكترونية، والسلوك الحراري والضوئي، بما يجعل التفاعل بين المادة والوسط البيولوجي أكثر قابلية للتحكم. كما استعرض البحث أن المواد النانوية ليست نمطًا واحدًا، بل يمكن تصنيفها وفق عدة أسس؛ فهناك تصنيف يعتمد على شكل المادة وبنيتها، وآخر يعتمد على تركيبها (مثل المواد العضوية وغير العضوية)، كما جرى تناول تصنيف ثالث وفق عدد الأبعاد (صفرية، أحادية، ثنائية، وثلاثية الأبعاد)، وهو تصنيف يرتبط بالتحكم في الشكل الهندسي والخصائص الناتجة عنه.

ومن بين محاور البحث المهمة، تم التركيز على توضيح أن المواد النانوية تُستخدم في مجالات واسعة، وأن الأثر الطبي لا يأتي بمعزل عن التطورات التقنية الأخرى؛ فمثلًا تم عرض التطبيقات الصناعية والإلكترونية بوصفها بيئة خبرة علمية وتقنية لتطوير وسائل التحضير والقياس، ثم توسّع البحث في الحديث عن التطبيقات البيئية وارتباط التقنيات النانوية بمعالجة التلوث وتنقية المياه وتحسين كفاءة العمليات المرتبطة بالطاقة والصناعة. وبذلك، يعزز البحث الفكرة القائلة إن نجاح التقنية الطبية الحديثة يعتمد أيضًا على توفر منصات فيزيائية وهندسية وتقنيات تصنيع دقيقة ناتجة عن خبرات سابقة في مجالات أخرى.

بعد ذلك، انتقل البحث إلى قلب الموضوع :المواد النانوية في مجال الطب، حيث تم توضيح لماذا تُعد النانو منصة مثالية لتطوير حلول طبية حديثة. فالمواد النانوية تمتلك قابلية عالية للتعامل مع الخلايا والأنسجة على مستوى مجهري، كما يمكن هندستها كي تحمل وظائف محددة مثل: زيادة الامتصاص، وتحسين الاستهداف، أو حمل دواء داخل ناقل مناسب. ومن هذا المنطلق، تناول البحث مجموعة من تطبيقات النانو في الطب، أهمها تطبيقات نقل الدواء، وتحسين دقة العمليات الجراحية، ودعم التشخيص المبكر، والمساهمة في معالجة الأمراض بطرق أكثر تطورًا من الطرق التقليدية.

جدول المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١	الآية القرآنية	أ
٢	الاهداء	ب
٣	الشكر والامتنان	ج
٤	الخلاصة	د
٥	جدول المحتويات	هـ
٦	قائمة الاشكال	و
٧	قائمة الجداول	و
	المبحث الاول	١
١	المقدمة	١
١-١	تعريف المواد النانوية	١
١-٢	التطبيقات التي تستخدم المواد النانوية	٢
١-٢-١	المواد النانوية في مجال الصناعات والالكترونيات	٢
١-٢-٢	المواد النانوية في مجال البيئة	٣
١-٣	تصنيف المواد النانوية	٤
١-٣-١	تصنيف المواد النانوية بناءً على الشكل	٤
١-٣-٢	تصنيف المواد النانوية بناءً على التركيب	٥
١-٤	تصنيف المواد النانوية وفقاً لعدد الابعاد	٩
١-٤-١	المواد النانوية صفرية الابعاد	١٠
١-٤-٢	المواد النانوية أحادية الابعاد	١٠
١-٤-٣	المواد النانوية ثنائية الابعاد	١٠
١-٤-٤	المواد النانوية ثلاثية الابعاد	١١
١-٥	اهم مجالات تقنيات النانو الخضراء	١١
١-٥-١	استخدام تقنيات النانو الخضراء في مجال الطاقة	١٥
١-٥-٢	استخدام تقنيات النانو الخضراء في مجال المياه	١٣
١-٥-٣	تقنيات النانو الخضراء في مجال الطاقة	١٥
١-٥-٤	تقنيات النانو الخضراء في مجال البيئة والصناعة	١٥
١-٥-٥	تقنيات النانو الخضراء في مجال صناعة النفط والغاز	١٦

ت	الموضوع	رقم الصفحة
	المبحث الثاني	
٢	المقدمة	١٨
٢-١	المواد النانوية في مجال الطب	١٨
٢-٢	تطبيقات المواد النانوية في الطب	٢٠
٢-٢-١	تطبيقات النانو في الطب	٢٠
٢-٢-٢	بعض الأمثلة على تطبيقات النانو في نقل الدواء	٢١
٢-٣	معالجة الامراض	٢٣
٢-٤	من اهم التحديات التي تواجه استخدام المواد النانوية في معالجة الامراض	٢٤
٢-٥	الاستنتاج	٢٤
	المبحث الثالث	
اولاً	الملخص والاستنتاجات	٢٦
	التحول من التصوير البنوي الى التصوير الوظيفي	٢٧
	الحماية الاشعاعية والتحكم في الجرعة (ALARA)	٢٧
	الرنين المغناطيسي وتطوير فيزياء الكم	٢٨
	فيزياء الاشعاع كمحرك لتطوير الأجهزة الطبية	٢٨
ثانياً	الاعمال المستقبلية والرؤية الاستشراقية (Future Works)	٢٨
	الفيزياء الطبية النانوية Nanomedicine physics	٢٩
	العلاج بالبروتونات وتصغير الأجهزة Proton therapy	٢٩
	التوأم الرقمي والنمذجة الفيزيائية Digital Twin	٢٩
	الهياكل الخارجية ومستشعرات الحيوية الفيزيائية	٢٩
	المصادر	٣٠

جدول الاشكال

ت	الشكل	رقم الصفحة
١-١	تصنيف المواد النانوية	٤
١-٢	المواد النانوية العضوية	٥
١-٣	تصنيف المواد النانوية وفقاً لعدد الابعاد	٩
١-٤	تقنيات النانو في مجال الطاقة	١٥
١-٥	تقنيات النانو في مجال البيئة والصناعة	١٦
١-٦	تقنيات النانو في مجال الصناعة والنفط	١٦
١-٢	تقنيات النانو في المجال الطبي	٢١

جدول الجداول

ت	الجدول	رقم الصفحة
١	جدول المحتويات	و
١-٢	بعض الأمثلة واستخدامها في العمليات الجراحية	٢٢

المبحث

الاول

١- المقدمة

١-١ تعريف المواد النانوية

المواد النانوية هي مواد هندسية أو طبيعية لا يقل بُعدها الخارجي عن ١-١٠٠ نانومتر، حيث يُنتج صغر حجمها خصائص فيزيائية وكيميائية فريدة تختلف جذرياً عن نظيراتها في الحجم الكتلي. تتميز بمساحة سطحية عالية مقارنة بحجمها، وتُستخدم بكثافة في الطب، الإلكترونيات، الطاقة، والمعالجة البيئية.

أهم المعلومات عن المواد النانوية:

التعريف والمقياس :الجسيمات النانوية هي مواد يتراوح قطرها بين ١ و١٠٠ نانومتر. النانومتر الواحد يساوي ٩-١٠متر، وهو مقياس صغير جداً يقارب حجم الذرات.

الخصائص الفريدة :بسبب صغر حجمها الذي يقترب من الأبعاد الذرية، تظهر هذه المواد خصائص مختلفة (مثل اللون، القوة، التوصيل الكهربائي، والنشاط الكيميائي) عن المواد المألوفة في عالمنا الكلاسيكي.

النشأة :قد تكون طبيعية (مثل دخان الحرائق) أو مصنعة (مهندسة) لأداء وظائف محددة .

المخاطر والاحتياطات :أظهرت الدراسات أن بعض الجسيمات النانوية (مثل الأنابيب الكربونية) قد تسبب آثاراً سلبية، مثل تلف كريات الدم الحمراء أو مشاكل تنفسية. لذا، يجب التعامل معها بحذر شديد واستخدام إجراءات سلامة خاصة عند التعامل مع مساحيقها

التصنيف:

١. مواد كربونية :مثل أنابيب الكربون النانوية والفوليرين.

٢. مواد معدنية :مثل جسيمات الفضة والذهب النانوية.

٣. مواد سيراميكية وبوليمرية :تستخدم في التطبيقات الهندسية والطبية.

١-٢ التطبيقات التي تستخدم المواد النانوية

الطب :توصيل الأدوية بدقة، والتصوير الطبي.

الصناعة والإلكترونيات :إنتاج مواد أخف وأقوى، وأجهزة إلكترونية أسرع.

البيئة :معالجة الملوثات وتحويلها إلى مواد آمنة.

١-٢-١ المواد النانوية في مجال الصناعات والالكترونيات

وصفت التقانة النانوية بأنها أسرع التقنيات انتشارا على المستوى العالمي وقد أطلق عليها بالثورة التقنية القادمة في مختلف المجالات لما تتمتع بها من مميزات كبيرة، يهتم علم النانو تكنولوجي بدراسة تركيب وخواص وتصنيع المواد النانوية التي يتراوح حجمها بين ١-١٠٠ نانو متر فضلا عن تطبيقات تلك المواد في مختلف المجالات الصناعية ومنها الصناعات النسيجية في محافظات الفرات الاوسط . إن ميزة هذه التقنية تكمن في الخواص الفريدة التي تتميز بها هذه الجسيمات النانوية , إذ إن الحجم ليس له تأثير على خواص المواد لحد حجم المايكرومتر , فيما تكتسب تلك المواد عند تحولها الى حجم النانو خواص فيزيائية وكيميائية وبيولوجية جديدة , تحتل التطبيقات النانوية في مجال الصناعات النسيجية اهمية كبيرة فهي تساعد على إيجاد خواص ومميزات مرغوب بها في المنتجات مما يساعد على تغير استعمالات المادة وبالتالي اتساع الطلب عليه ان استعمال المواد العضوية النانوية في عملية إنتاج الأقمشة يساهم في حل الكثير من المشاكل منها انخفاض في كلف الإنتاج وتحسين خواصها مما يساعد على اتساع الطلب عليها وان منطقة الدراسة تعاني من المنافسة الكبيرة من قبل المنتجات المستوردة من الخارج , مما يتطلب البحث عن حلول تساهم في حل المشاكل التي تواجه الصناعات النسيجية

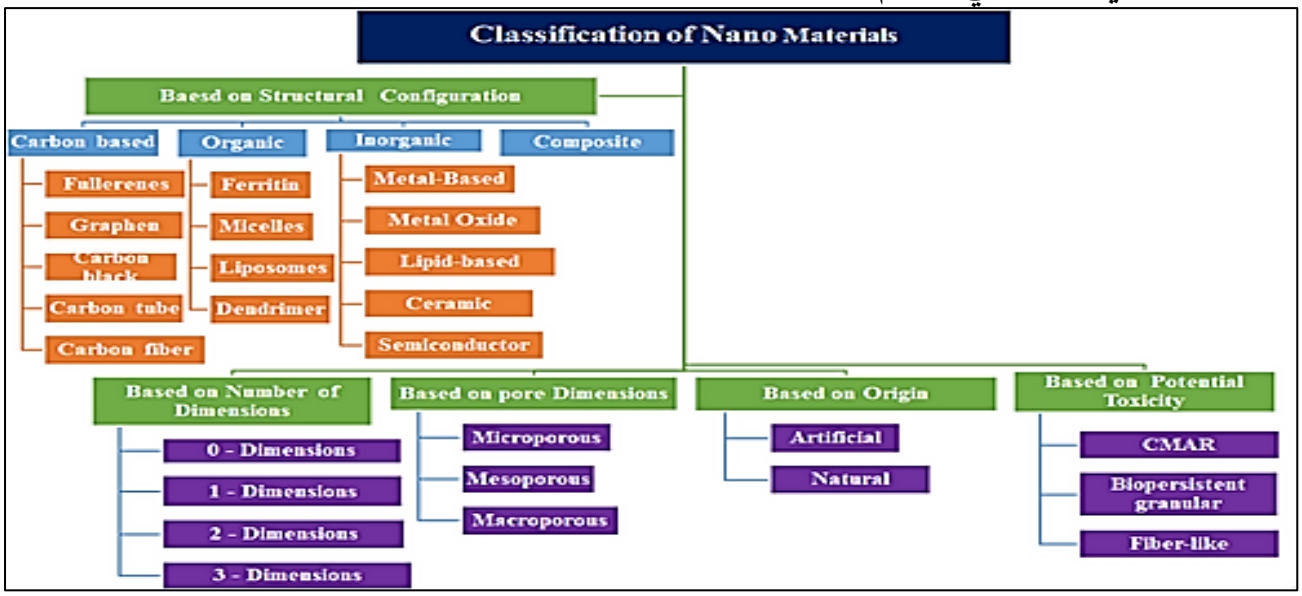
١-٢-٢ المواد النانوية في مجال البيئة

باتت حاجة البشرية ملحةً في الحصول على مصادر جديدة للمياه؛ للتغلب على مشكلة ندرة المياه التي تواجه معظم دول العالم. ويقوم الباحثون بدور فعّال في تلك الحلول عبر تقنيات تحلية مياه البحر ومعالجة وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي والصناعي والحصول على المياه من الهواء المشبع بالبخار وغيرها. وتقنية معالجة مياه الصرف تعد من أسهل الحلول وأقلها تكلفة؛ لسهولة تنفيذها، وأنها يمكن أن تنتج كميات كبيرة من المياه المعالجة والصالحة للاستخدام. ومن بين التقنيات الأكثر استخداماً في علاج مياه الصرف الامتزاز (امتزاز المواد الضارة الموجودة في مياه الصرف على سطح مواد نانومتريه حديثة وفعالة) حيث إن عملية الامتزاز تعتمد بشكل أساسي على المساحة السطحية للمواد المازة ووجود مجموعات وظيفية على سطحها تسهّل من ترابط جزيئات المادة الممتزه لذا فالمواد النانومترية الحديثة لها دور فعال وحيوي في هذه العملية. ومن أهم هذه المواد أكسيد الجرافين الذي له مساحة سطحية عالية جدّاً والذي تم تحضيره في شكل مسامي من خلال طريقة التجميد الجاف. وأظهرت التحاليل أن أكسيد الجرافين عبارة عن رقائق بها مساحة سطح عالية وكثافة عالية من مجموعات الأكسيجين على الحواف. وتوفر هذه العملية المزيد من مواقع الامتزاز والمراكز النشطة لامتزاز أيونات المعادن الثقيلة (الحديد وغيره). وقد أثبت أكسيد الجرافين قدرته على إزالة أيونات الحديد مما يجعله مادة جيدة لإزالة أيونات المعادن الثقيلة في معالجة المياه. أيضاً المواد النانوية الأخرى مثل أكسيد الكوبالت الموزع في مصفوفة من السيليكا أظهر قدرة عالية على إزالة صبغة أزرق المثيلين من مياه الصرف الصناعي. وأثبتت كذلك مواد كربونية منشطة من مخلفات زراعية قدرتها على إزالة كبريتيد الهيدروجين من المياه البترولية. كما تم دراسة مواد الكربون النانوي متعدد الجدار والمطعم بمادة أكسيد الحديد المغناطيسي لإزالة أيونات الزئبق من المياه. وقد أثبتت الدراسات أن للمواد النانومترية الحديثة قدرة

عالية على إزالة الملوثات (صبغات وأيونات معادن) من المياه؛ ومن ثم يمكن إعادة استخدام المياه في أغراض شتى، منها الزراعة.

١-٣ تصنيف المواد النانوية

يوضح الشكل ١ كيف يمكن تقسيم المواد النانوية إلى خمس فئات حسب حجمها ومكان منشئها وتكوينها الهيكلي وحجم مسامها وسميتها المحتملة.



شكل(١-١) : تصنيف المواد النانوية

١-٣-١تصنيف المواد النانوية بناءً على المنشأ

تُقسم المواد النانوية إلى مجموعتين بناءً على منشئها: الجسيمات النانوية الطبيعية والجسيمات النانوية الاصطناعية(١.٢)

١- المواد النانوية الطبيعية

توجد المواد النانوية الطبيعية بأشكال متنوعة في الطبيعة، بما في ذلك الفيروسات، وجزيئات البروتين، والمعادن مثل الطين، والغرويات الطبيعية مثل الحليب والدم (الغرويات السائلة)، والضباب (من النوع الهوائي)، والجيلاتين (من النوع الهلامي)، والمواد الطبيعية المعدنية مثل الأصداف والمرجان والعظام، وأجنحة الحشرات والأوبال، وخيوط العنكبوت، وأوراق اللوتس، وأقدام الوزغ، والرماد البركاني، ورذاذ المحيط .

٢- المواد النانوية الاصطناعية

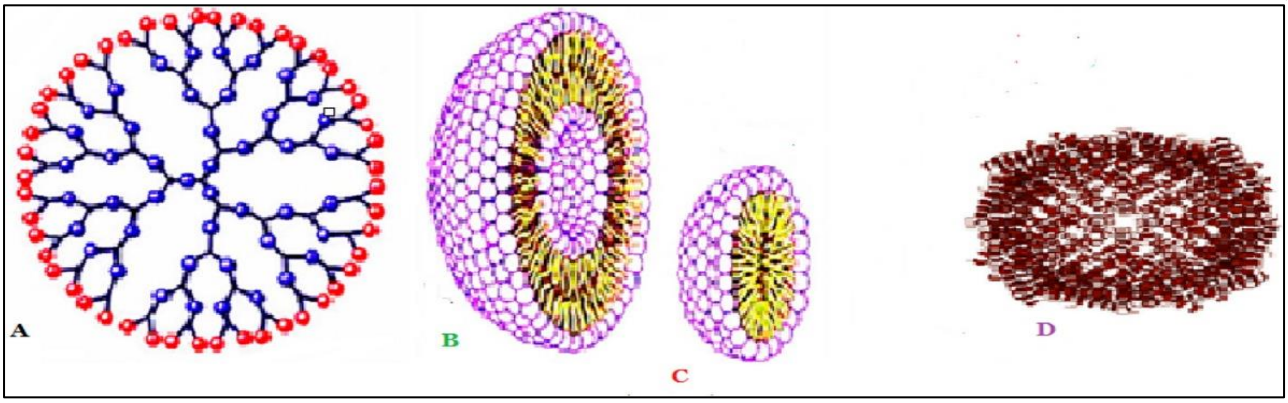
تُعدّ أنابيب الكربون النانوية وجزيئات أشباه الموصلات النانوية، مثل النقاط الكمومية، أمثلة على المواد النانوية الاصطناعية التي تُصنع بوعي باستخدام إجراءات ميكانيكية وتصنيعية دقيقة. تُصنّف المواد النانوية إلى مواد معدنية، أو متفرعة، أو مركبات، وذلك بناءً على تركيبها البنيوي

١-٣-٢ تصنيف المواد النانوية بناءً على التركيب/البنية الهيكلية

يمكن تقسيم الجسيمات النانوية، وفقًا لتركيبها البنيوي، إلى أربع مجموعات رئيسية : عضوية/متفرعة، وغير عضوية، وكربونية، ومركبة .[٢]

١- المواد النانوية العضوية

على المستوى النانوي، تُحوَّل المركبات العضوية إلى مواد نانوية عضوية من أمثلة الجسيمات النانوية أو البوليمرات العضوية: الليبوسومات، والدندريميرات، والمذيلات، والفيريتين. تتميز الجسيمات النانوية غير السامة والقابلة للتحلل الحيوي، والمعروفة باسم المذيلات النانوية والليبوسومات، بتجاويف داخلية، وهي حساسة للحرارة والإشعاع الكهرومغناطيسي والضوء .غطى سطح الدندريميرات بنهايات سلاسل عديدة قادرة على إجراء تفاعلات كيميائية محددة. تُستخدم الدندريميرات في التعرف الجزيئي، والاستشعار النانوي، وحصاد الضوء ، والأنظمة الكهروضوئية. علاوة على ذلك، ونظرًا لاحتواء الدندريميرات ثلاثية الأبعاد على ثقوب داخلية قادرة على استيعاب جزيئات إضافية، فقد تكون مفيدة في إعطاء الأدوية .[٣] كما في الشكل (١-٢)



الشكل(١-٢): المواد النانوية

٢- المواد النانوية غير العضوية

الجسيمات النانوية غير العضوية هي جسيمات نانوية تفتقر إلى ذرات الكربون، وتُعرف بالجسيمات النانوية غير العضوية. تُصنف الجسيمات النانوية غير العضوية عادةً إلى تلك المكونة من مواد نانوية معدنية أو أكسيد معدني.

أ-الجسيمات النانوية المعدنية

يمكن تصنيع الجسيمات النانوية المعدنية من خلال عمليات هدميه أو بنائية. يُعدّ كلٌّ من الألومنيوم(Al) ، والكادميوم(Cd) ، والكوبالت(Co) ، والنحاس(Cu) ، والذهب (Au)، والحديد(Fe) ، والرصاص(Pb) ، والفضة(Ag) ، والزنك (Zn) من المعادن الشائعة الاستخدام في تصنيع الجسيمات النانوية. وبفضل تأثيراتها الكمومية ونسبة مساحة سطحها إلى حجمها الهائلة، تتمتع الجسيمات النانوية المعدنية بحساسية فائقة للأشعة فوق البنفسجية والمرئية، فضلاً عن خصائصها الكهربائية والحفزية والحرارية والمضادة للبكتيريا. وتُستخدم المواد النانوية المعدنية في مجالات بحثية متنوعة نظرًا لخصائصها البصرية المتميزة.

ب-جسيمات نانوية من أكسيد المعادن

تتكون جسيمات أكسيد المعادن النانوية، والمعروفة أيضًا باسم مواد أكسيد المعادن النانوية، من أيونات معدنية موجبة الشحنة وأيونات أكسجين سالبة الشحنة. ومن أمثلة جسيمات أكسيد المعادن النانوية التي يتم تصنيعها بشكل متكرر: ثاني أكسيد السيليكون (SiO_2) ، وأكسيد التيتانيوم (TiO_2) ، وأكسيد الزنك(ZnO) ، وأكسيد الألومنيوم . (Al_2O_3) وتتميز هذه الجسيمات النانوية بخصائص فريدة مقارنةً بنظائرها المعدنية [١]

ج –مواد نانوية لأشباه الموصلات

تُظهر المواد النانوية شبه الموصلة نفس خصائص المعادن والعوازل. وهي تُصنف إلى [٢]:

١– مواد نانوية مغناطيسية شبه موصلة مركزة .تُظهر ترتيبًا مغناطيسيًا تلقائيًا ويمكن أن تكون مركبًا ثنائيًا مثل EuTe مضاد للمغناطيسية الحديدية مواد النانوية شبه الموصلة غير المغناطيسية .حققت أشباه الموصلات غير المغناطيسية التي لا تحتوي على أيونات مغناطيسية وتستخدم لمعالجة المعلومات والاتصالات نجاحًا كبيرًا باستخدام شحنة الإلكترونات في أشباه الموصلات، ولكنها لا تستخدم لتخزين المعلومات بكميات كبيرة في تكنولوجيا المعلومات التي يمكن الاستغناء عنها.

٢– مواد نانوية شبه موصلة مغناطيسية مخففة .تُحوّل هذه المواد شبه الموصلة إلى مواد مغناطيسية بإضافة شوائب مغناطيسية قليلة إلى المادة الأساسية، حيث تُستبدل بعض الكاتيونات غير المغناطيسية في المادة الأساسية بكاتيونات مغناطيسية (TM) بشكل عشوائي. لا تحتفظ هذه المواد بخصائصها شبه الموصلة فحسب، بل تمتلك أيضًا خصائص مغناطيسية تجمع بين خصائص أشباه الموصلات العادية والمغناطيسية. [٣]

د-المواد النانوية الخزفية

المواد النانوية الخزفية هي مواد صلبة غير عضوية تتكون من الكربيدات والكربونات والأكاسيد والفوسفات، ويتم تصنيعها عن طريق التسخين والتبريد المتتالي.

يمكن استخدام الجسيمات النانوية الخزفية في أنظمة توصيل الأدوية، لا سيما في استهداف الأورام، والجلوكوما، وبعض أنواع العدوى البكتيرية. كما تحظى المواد النانوية باهتمام كبير من الباحثين نظرًا لاستخدامها في تطبيقات مثل التحفيز، والتحفيز الضوئي، والتحلل الضوئي للأصباغ، وتطبيقات التصوير. [1]

هـ- المواد النانوية القائمة على الدهون

تتميز الجسيمات النانوية الدهنية بشكلها الكروي عمومًا، ويتراوح قطرها بين ١٠ و١٠٠ نانومتر. تتكون هذه الجسيمات من لب صلب مصنوع من الدهون ومصفوفة تحتوي على جزيئات محبة للدهون قابلة للذوبان. وتُستخدم الجسيمات النانوية الدهنية في المجال الطبي الحيوي كناقل للأدوية وعلاج إطلاق الحمض النووي الريبي (RNA)في علاج السرطان [1]

و- المواد النانوية القائمة على الكربون

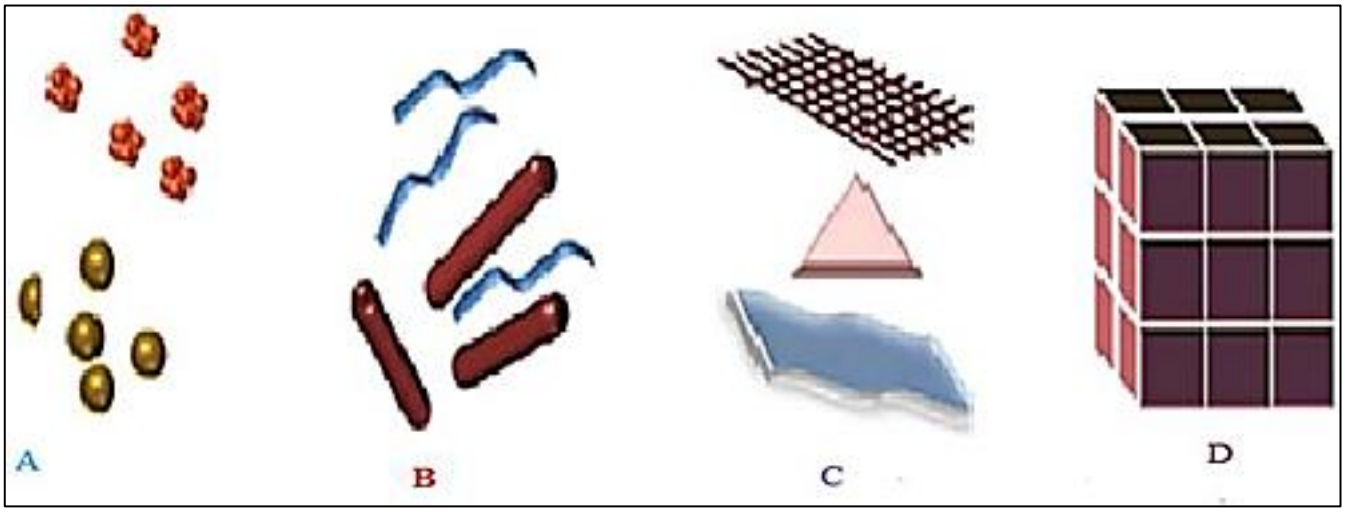
تتكون المواد النانوية الكربونية من الكربون، وتشمل خمسة مواد رئيسية هي: أنابيب الكربون النانوية، والجرافين، والفوليرين، وألياف الكربون النانوية، وأسود الكربون، تُعرف المواد النانوية الكربونية ذات الشكل الكروي أو الإهليلجي باسم الفوليرين، أو كرات بوكي. تتميز جزيئات الفوليرين ببنية كروية يصل قطرها إلى ٨.٢ نانومتر للطبقة الواحدة، ومن ٤ إلى ٣٦ نانومتر للطبقات المتعددة، وتتكون من ٢٨ إلى ١٥٠٠ ذرة كربون الجرافين عبارة عن شبكة سداسية من ذرات الكربون على سطح ثنائي الأبعاد، بسمك حوالي ١ نانومتر، بينما تُعرف الأنابيب النانوية

الأسطوانية الشكل باسم الأنابيب النانوية. تُصنع الأنابيب النانوية من أسطوانات مجوفة بأقطار تصل إلى ٠.٧ نانومتر للأنابيب أحادية الطبقة و١٠٠ نانومتر للأنابيب متعددة الطبقات، وبأطوال تتراوح من بضع ماكروميترات إلى عدة ملليمترات. تُستخدم نفس جزيئات الجرافين النانوية في إنتاج ألياف الكربون النانوية، بينما يُعرف أسود الكربون بأنه مادة غير متبلورة من الكربون، كروية الشكل عمومًا، بأقطار تتراوح من ٢٠ إلى ٧٠ نانومتر [٢]

تُستخدم المواد النانوية الكربونية بشكل أساسي في تقوية الهياكل نظرًا لقوتها التي تفوق قوة الفولاذ في بعض الأحيان. تتميز هذه المواد بموصلية حرارية على طول الأنبوب، بينما تكون غير موصلة للحرارة عبره [٣]

١-٤ تصنيف المواد النانوية وفقًا لعدد الأبعاد

يتم تصنيف المواد النانوية إلى أربعة أنواع بناءً على أبعاد حجمها: ٠D و ١D و ٢D و ٣D، كما هو موضح في الشكل ٣.



الشكل(١-٣): تصنيف المواد النانوية وفقًا لعدد الأبعاد

١-٤-١ المواد النانوية الصفرية الأبعاد

المواد النانوية الصفرية الأبعاد: تتميز هذه المواد النانوية بأن أبعادها الثلاثة (س، ص، ع) تقع ضمن النطاق النانوي، أو أنها عديمة الأبعاد خارج النطاق النانوي (أكبر من ١٠ نانومتر). تُعد النقاط الكمومية، والفوليرين، والجسيمات النانوية أمثلة على المواد النانوية الصفرية الأبعاد. يمكن أن تكون هذه المواد غير متبلورة أو متبلورة، أحادية التبلور أو متعددة التبلور، وتتخذ أشكالًا وأنواعًا مختلفة، وقد تكون معدنية أو خزفية .[١]

١-٤-٢المواد النانوية أحادية البعد

المواد النانوية أحادية البعد: تتميز المواد النانوية في هذه الفئة بوجود بُعدين من أبعادها الثلاثة (س، ص) ضمن النطاق النانوي، بينما يقع بُعد واحد من بنيتها النانوية خارج النطاق غير المتري (أكبر من ١٠ نانومتر). ومن أمثلة المواد النانوية أحادية البعد، الألياف النانوية، والأنابيب النانوية، والأبواق النانوية، والقضبان النانوية، والأغشية الرقيقة، والأسلاك النانوية، وهي مواد ذات شكل إبري. ويمكن أن تكون هذه المواد غير متبلورة أو متبلورة، أحادية التبلور أو متعددة التبلور، نقية كيميائيًا أو غير نقية، مواد قائمة بذاتها أو مغمورة ضمن وسط آخر، مثل المعادن أو السيراميك أو البوليمرات. ويمكن أن تكون الجسيمات النانوية أحادية البعد معدنية أو سيراميكية أو بوليمرية .[١]

١-٤-٣ المواد النانوية ثنائية الأبعاد

تتخذ المواد النانوية ثنائية الأبعاد أشكالًا شبيهة بالصفائح، وتتجاوز أبعادها نطاق النانومتر، بينما تقع المواد أحادية البعد (x) ضمن النطاق النانوي (بين ١ و١٠٠ نانومتر). ومن أمثلة هذه المواد: الطلاءات والأغشية الرقيقة متعددة الطبقات، والصفائح النانوية أو الجدران النانوية، والجسيمات الحرة، والأنابيب، والألياف،

والطبقات فائقة النعومة، والأسلاك، والصفائح. ويمكن أن تكون هذه المواد غير متبلورة أو متبلورة، وتتكون من تركيبات كيميائية متنوعة، وتُرسب على ركيزة، أو تُدمج في مادة أساسية محيطة، سواء كانت معدنية أو بوليمرية . [٢]

١-٤-٤ المواد النانوية ثلاثية الأبعاد

المواد النانوية ثلاثية الأبعاد، أو المواد الصلبة، هي مواد نانوية لا تقتصر أبعادها على النطاق النانوي. فجميع أبعاد المادة ثلاثية الأبعاد تقع خارج نطاق النانومتر أو أكبر من ١٠٠ نانومتر، ولكن المادة الصلبة تتكون من وحدات منفصلة ضمن نطاق النانومتر (١-١٠٠ نانومتر)، لذا فإن للمواد النانوية ثلاثية الأبعاد ثلاثة أبعاد اختيارية أكبر من ١٠٠ نانومتر. وتشمل هذه المواد تشتت الجسيمات النانوية، وحزم الأسلاك النانوية والأنابيب النانوية، والطبقات النانوية المتعددة التي تتلامس فيها العناصر البنيوية أحادية وثنائية الأبعاد (٠D و ١Dو ٢D)بشكل وثيق لتشكل واجهات. ومن أمثلة المواد النانوية ثلاثية الأبعاد الأغشية الرقيقة ذات المسامية على المستوى الذري، والغرويات، والجسيمات النانوية الحرة ذات الأشكال المختلفة .

١-٥ اهم مجالات تقنيات النانو الخضراء:

تستهدف تقنية النانو الخضراء، إضافة إلى صنع مواد نانوية ذات تأثير أقل على البيئة، استخدام تقنية النانو لجعل عملية التصنيع الحالية للمواد والمنتجات غير النانوية أكثر ملائمة للبيئة. على سبيل المثال، يمكن أن تساعد الأغشية النانوية على فصل منتجات التفاعل الكيميائي المرغوبة عن النفايات. يمكن لمحفزات المقياس النانوي جعل التفاعلات الكيميائية أكثر كفاءة وأقل تبذيرا. يُمكن أن تشكل المستشعرات في المقياس النانوي جزءا من أنظمة التحكم في العمليات، وذلك

باستخدام أنظمة المعلومات التي تدعم النانو. يُعد استخدام أنظمة الطاقة المستدامة والتي أصبحت ممكنة بفضل تقنية النانو، طريقة أخرى لعمليات التصنيع الخضراء [٣]

ينطوي الهدف لثاني لتقنية النانو الخضراء على تطوير المنتجات التي تعود بالنفع على البيئة سواء بشكل مباشر أو غير مباشر. يمكن للمواد النانوية أو المنتجات المباشرة تنظيف مواقع النفايات الخطرة وتحلية المياه ومعالجة الملوثات أو إدراك ومراقبة الملوثات البيئية. يمكن للمركبات النانوية خفيفة الوزن في السيارات ووسائل النقل الأخرى، توفير الوقود وتقليل المواد المستخدمة في الإنتاج بشكل غير مباشر، ويمكن لخاليا الوقود التي تعمل بتقنية النانو والثنائيات الباعثة للضوء التقليل من التلوث الناتج عن توليد الطاقة والمساعدة في الحفاظ على الوقود الأحفوري، ويمكن أيضا لطلاء الأسطح النانوية ذاتية التنظيف التقليل أو القضاء على الكثير من مواد التنظيف الكيميائية المستخدمة في إجراءات الصيانة الدورية، وقد يؤدي تحسين عمر البطارية إلى التقليل من استخدام المواد وتقليل النفايات [١].

تجري تقنية النانو الخضراء نظرة واسعة على أنظمة مواد ومنتجات النانو، مما يضمن تقليل العواقب غير المتوقعة وتوقع حدوث تأثيرات طوال دورة الحياة الكاملة[٢]

١-٥-١ استخدام تقنيات النانو الخضراء في مجال الطاقة:

تجري بحوث من أجل استخدام مواد نانوية لأغراض تشمل خاليا شمسية أكثر كفاءة وخاليا وقود عملية وبطاريات صديقة تقنية النانو تقدَّم للبيئة. من أكثر مشاريع ا: التخزين والتحويل وتحسين التصنيع من خلال تقليل المواد ومعدلات العملية وتوفير الطاقة (عن طريق عزل حراري أفضل على سبيل المثال) ومصادر الطاقة المتجددة المحسنة. يُعد تطوير تقنية النانو في الخلايا الشمسية أحد المشاريع الرئيسية التي يجري العمل عليها، فالخلايا الشمسية أكثر كفاءة ألنها تصبح أصغر حجً ما والطاقة لشمسية هي مورد متجدد، إضافة إلى أن تكلفة انتاج كل واط من الطاقة الشمسية التزيد عن دولار واحد.[٣]

كما تجري ايضا بحوث لاستخدام أسالك نانوية وغيرها من المواد النانوية بهدف إنشاء خاليا شمسية اقل تكلفة وأكثر كفاءة من الخلايا الشمسية المسطحة التقليدية والمصنوعة من السيليكون (٤.٥) .

الا ان اكثر البحوث اهمية هو استخدام خاليا الوقود التي تعمل بالهيدروجين والتي من المحتمل أن تستخدم محفزا يتكون من جزيئات معدنية نبيلة مدعومة بالكربون بأقطار تتراوح بين ٠ إلى ٠ نانومتر. قد تكون المواد ذات المسام النانوية الصغيرة مناسبة لتخزين الهيدروجين مما سيعد قفزة هائلة في مجال وقود الهيدروجين. كما قد تجد تقنية النانو أيضا تطبيقات في البطاريات، إذ يؤدي استخدام المواد الثانوية إلى تمكين البطاريات ذات المحتوى العالي من الطاقة أو المكثفات الفائقة بمعدل شحن أعلى. كما تُستخدم تقنية النانو بالفعل في توفير طبقات أداء معدلة للوحات الكهروضوئية والألواح الحرارية الشمسية. حيث تتحد الخصائص الكارهة للمياه وخصائص التنظيف الذاتي لخلق ألواح شمسية تعمل بكفاءة اكبر خاصة اثناء الطقس العاصف. بالإضافة الى إن الخلايا الكهروضوئية المغطاة بطبقات مصنعة بتقنية النانو تظل أكثر نظافة مما يضمن الحفاظ على أقصى قدر من كفاءة توليد الطاقة. [٦]

١-٥-٢ استخدام تقنيات النانو الخضراء في مجال المياه:

تقدم تقنية النانو إمكانات المواد النانوية الحديثة لمعالجة المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي وغيرها من المواد البيئية الملوثة بأيونات المعادن السامة والمواد الذائبة العضوية وغير العضوية والكائنات الحية الدقيقة. تخضع العديد من المواد النانوية للبحث والتطوير النشط لاستخدامها في معالجة المياه والمواقع الملوثة، بسبب نشاطها الفريد من نوعه تجاه الملوثات المتمردة[٧،٨]

تسهم تقنية النانو بكفاءة اعلى مع الملوثات التي تصعب معالجتها باستخدام أنظمة معالجة المياه الحالية، ومن تلك الملوثات انواع من البكتريا والفيروسات والمعادن

الثقيلة. حيث تتبع هذه الفعالية عموماً من مساحة السطح المحددة للغاية للمواد النانوية التي تزيد من انحلال الملوثات وتفاعلها وامتصاصها[٩،١٠] .

حيث ان المعالجة النانوية هي استخدام الجسيمات النانوية لمعالجة المياه على نطاق واسع سواء تنقية المياه الجوفية او معالجة مياه الصرف الصحي. حيث تسهم المعالجة النانوية في تنظيف التربة والرسوبيات. وكشفت المزيد من الأبحاث الأولية استخدام الجسيمات النانوية لإزالة المواد السامة من الغازات[١١،١٢] .

انتشرت بعض طرق المعالجة النانوية، وخاصة تلك التي تستخدم معدن الزيروفاليت النانوي لتنقية المياه الجوفية، بالإضافة الى تنظيف بعض المواقع على نطاق واسع. وعلى الرغم من ان المعالجة النانوية هي صناعة ناشئة، الا انه تم في عام ٢١١٢، تم استخدمها في ٤٤ موقع تنقية للمياه يقع معظمها في الواليات المتحدة. اعتمدت عملية التنقية على ملامسة عامل الجسيمات النانوية مع الملوث المستهدف في ظل ظروف تسمح بتفاعل إزالة السموم أو شل الحركة. تتضمن هذه العملية عادة عملية المضخة والمعالجة أو التطبيق في الموقع.[١٣]

ولا تزال الابحاث تكشف عن المزيد من الطرق الفعالة في تنقية ومعالجة المياه مما يؤكد اهمية تقنية النانو في حل ازمة المياه التي اصبحت ازمة عالمية تزداد خطورتها علي عالمنا العربي الذي يعاني من شح مصادر المياه مما يجعل من معالجة المياه احد اهم الحلول لمواجهة اللازمة. [١٤،١٥]

١-٥-٣ تقنيات النانو في مجال الطاقة

تقوم الفرق البحثية في هذا النشاط بتطوير مصادر الطاقة غير التقليدية من خلال توظيف المواد النانوية في عمليات التصنيع. تشمل البحوث العلمية في هذا الحقل تطوير الخلايا الشمسية وطاقة الرياح وتصنيع المواد الكهروحرارية وبطاريات الخزن العالي للطاقة أضافة الى بحوث اخرى لأجل تصنيع عوازل حرارية كفؤه ومواد فائقة التوصيل ومتحسسات ضوئية وباعثات ضوئية.

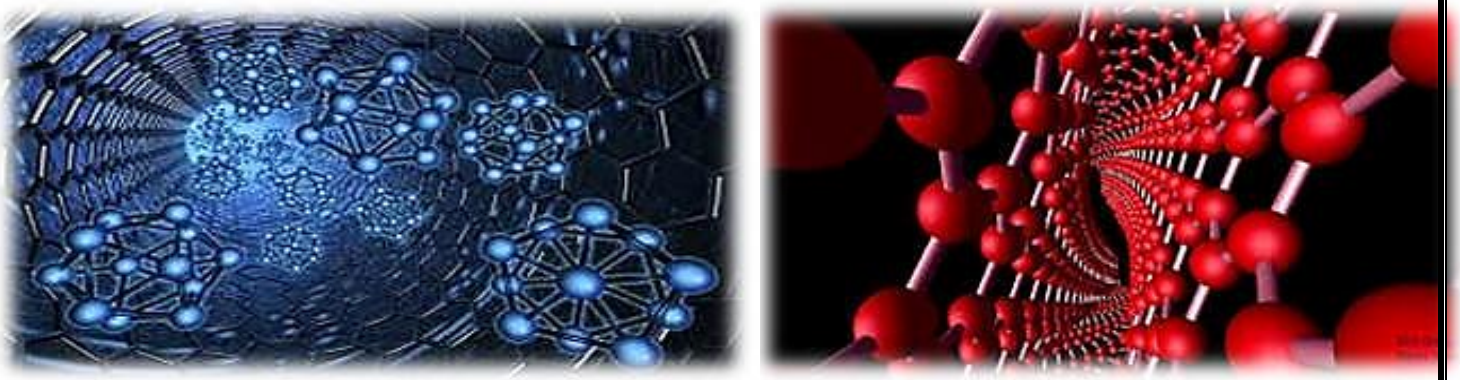
شكل(١-٤) تقنيات النانو في مجال الطاقة

١-٥-٤ تقنيات النانو في مجال البيئة والصناعة

تعمل هذه المجموعة البحثية في تطوير متحسسات نانوية كهرو- إجهاديه وضوئية قادرة على كشف الغازات والابخرة السامة والمواد الكيميائية الخطرة بالاعتماد على تفاعلها الكيميائي مع مادة المتحسس كما ويمكن استخدام كهروضغطية الكريستال في أجهزة كشف الاستشعار التقليدي في مجالات مختلفة مثلا التحليل الزراعية البستانية والبيطرية. وتلوث المياه والتلوث الميكروبي التشخيص السريري والتطبيقات الطبية والحيوية وتحليل التخمير ومكافحتها الغازات الصناعية والسوائل . التعدين والغازات السامة و المتفجرات والساحة العسكرية والنكهات خلاصات والفرميونات.

كمثال على كهروضغطية هو المجس البايولوجي التي يمكن استخدامها لرصد مستوي التلوث في البيئة بما في ذلك الأرض و الهواء والماء.

يمكن أيضا المجس البيولوجي يوضع لرصد نوعية المياه من خلال اختبارات للملوثات ومخلفات الكيماوية والمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب والسموم والميكروبات في خزانات المياه.



شكل(١-٥) :تقنيات النانو في مجال البيئة والصناعة

١-٥-٥ تقنيات النانو في مجال صناعة النفط والغاز

وفي مجال صناعة النفط والغاز فان الفرق البحثية ف المركز تعمل عل تطوير العوامل المساعدة النانوية في تطابقات مصافي النفط لوحدات التهذيب والازمرة لإنتاج وقود ذو مواصفات عالية. وكذلك تطور كفاءة زيوت التزيت للمحركات الت تعمل عل وقود الديزل والجازولين. وكذلك العمل على تطوير وانتاج حفارات للإبار النفطية ذات مواصفات عالية باستخدام تقنيات النانو تكنولوجي تعمل في تطوير متحسسات نانوية كهرو- إجهاديه وضوئية قادرة على كشف الغازات. كما يضم المركز فرق متخصصة في مجال الحماية من التأكل للمعدات والخزانات والأنابيب الناقلة للنفط والغاز باستخدام تقنيات النانوتكنولوجيي وكذلك باستخدام الحماية الكاثودية وطرائق الطلاء المتقدمة. ومن جانب اخر يختص المركز بأجراء كافة الفحوصات الهندسية للمواد المصنعة والمواد الخام لتحديد مدى ملائمتها للتطبيقات الهندسية المختلفة.

شكل (١-٦) تقنيات النانو في مجال الصناعة والنفط

المبحث

الثاني

٢ـ المقدمة

٢-١ المواد النانوية في مجال الطب

تُعتبر تقنية النانو من أكثر التقنيات الواعدة في علاج الأمراض وتصنيع الأدوية عالية الكفاءة. تُسلط هذه المراجعة الضوء على تصميم الجسيمات النانوية لأغراض علاجية. يُعد حجم الجسيمات النانوية عاملاً هاماً في وصولها إلى الهدف وإخراجها من الجسم عن طريق الكلى. تُصنف المواد النانوية إلى نوعين أساسيين: المواد النانوية التركيبية والمواد النانوية البلورية. تُعد سلامة الجسيمات النانوية من أهم خصائصها عند اختيارها كدواء. تُستخدم المتفرعات على نطاق واسع في التطبيقات العلاجية نظرًا لبنيتها المميزة. علاوة على ذلك، يُمكن استخدام بروتين الغلاف الفيروسي، وهو بروتين طبيعي للغاية، في الجسيمات النانوية في الطب. كما يُمكن استخدام الهلاميات النانوية في أجهزة الاستشعار البيولوجية، وغيرها من التطبيقات البيولوجية، وفي إعطاء الأدوية. إلى جانب ذلك، توجد العديد من الجسيمات النانوية ذات التطبيقات الطبية المتعددة، مثل الماس النانوي، والجسيمات النانوية المعدنية، والنقاط الكمومية، والجسيمات النانوية القائمة على السيليكا، والجسيمات النانوية القائمة على الدهون (الليبوسومات). الخلاصة: من أهم تطبيقات الجسيمات النانوية، والتي تم تسليط الضوء عليها في هذه المراجعة، استخدامها في علاج الحروق الملوثة بالميكروبات. وأخيرًا، يمكن القول إن استخدام الجسيمات النانوية والمواد النانوية غير السامة للخلايا في الطب يُعد من أهم التقنيات التي ظهرت في السنوات الأخيرة.

٢-٢ 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 كل 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 [١] .

كما يعد طب النانو مجالاً واسعاً للصناعة، حيث وصلت مبيعاته إلى ما يقارب ٦.٨ مليار دولار أمريكي خلال عام ٢٠٠٤، ويضم ذلك المجال أكثر من ٢٠٠ شركة و٣٨ منتج عبر أرجاء العالم، بتمويل لا يقل عن ٣.٨ 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.

٢-٢-١ تطبيقات النانو في الطب

تُستخدم تقنية النانو في الطب بطرق متنوعة تشمل:

١- العمليات الجراحية:

تُستخدم تقنية النانو في العمليات الجراحية [٢] بطرق متنوعة تشمل:

١. **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.

٢. **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. [١] .

٣. **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.

٤. **تحسين نتائج العمليات الجراحية:** تُستخدم تقنية النانو لتطوير أنظمة ذكية لمراقبة حالة المريض بعد العمليات الجراحية، تُستخدم أيضًا تقنية النانو لتطوير أنظمة روبوتية تساعد الجراحين على إجراء العمليات الجراحية عن بعد. [٢] .

٢-٢-٢ بعض الأمثلة على تطبيقات النانو في نقل الدواء:

١. علاج السرطان:

استخدام liposomes (حويصلات نانوية) لنقل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية.

استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للسرطان عبر حاجز الدم الدماغي.

٢. علاج أمراض القلب:

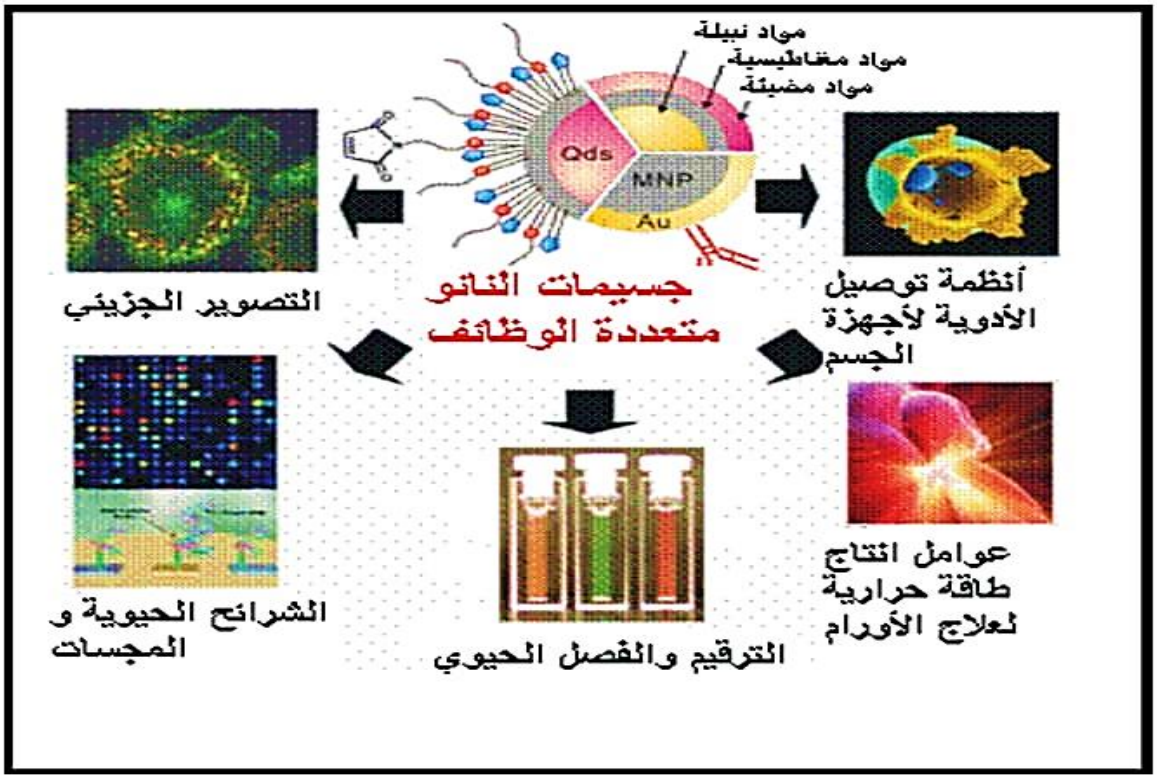
استخدام الجسيمات النانوية الدهنية لتحسين امتصاص الأدوية المضادة للكوليسترول.

استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للالتهابات إلى القلب.

٣. علاج أمراض الجهاز التنفسي:

استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للالتهابات إلى الرئتين.

استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للفيروسات إلى الرئتين.



شكل (٢-١) بعض تطبيقات النانو في الحقل الطبي [٣].

جدول (٢-١) بعض الأمثلة واستخداماتها في العمليات الجراحية [٢]

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.
نقل الدواء	يُعد مجال تطبيقات النانو في العمليات الجراحية مجالاً سريع التطور، ويُتوقع أن يكون له تأثير كبير على سلامة وفعالية العمليات الجراحية في المستقبل. تُستخدم تقنية النانو في مجال نقل الدواء بطرق متنوعة تشمل: ١. **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. ٢. **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. ٣. **تقليل الآثار الجانبية للأدوية:** تُستخدم المواد النانوية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا المستهدفة فقط، مما يُساعد في تقليل الآثار الجانبية على الخلايا السليمة، مثال على ذلك استخدام أنظمة النانو لتوصيل الأدوية المضادة للسرطان إلى الخلايا السرطانية فقط. ٤. **تحسين امتصاص الدواء:** تُستخدم المواد النانوية لتحسين امتصاص الأدوية من خلال الجهاز الهضمي، يُساعد ذلك في زيادة فعالية الأدوية، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية الدهنية لتحسين امتصاص الأدوية المضادة للسرطان. ٥. **تحسين استهداف الدواء:** تُستخدم المواد النانوية لتصنيع أنظمة ذكية لتوصيل الأدوية إلى الخلايا المستهدفة. يُساعد ذلك في زيادة فعالية الأدوية وتقليل الآثار الجانبية.

٢-٣ معالجة الأمراض:

تُستخدم تقنية النانو في معالجة الأمراض بطرق متنوعة تشمل:

١. **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 تتيح توصيل الأدوية عبر الأغشية الحيوية، مثل حاجز الدم الدماغي، لعلاج الأمراض التي يصعب علاجها.

٢. **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.

٣. **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 المسببة للمرض.

٤. **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.

٥. **الطب التجديدي:** تُستخدم المواد النانوية لتحفيز تجدد الخلايا والأنسجة، مثال على ذلك استخدام الجسيمات النانوية الذهبية لتحفيز تجدد 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.

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

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

٢-٤ 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.

٢-٥ الاستنتاج

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

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

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

- القوة
- الخفة
- الموصلية
- القدرة على توصيل الأدوية

المبحث الثالث

اولاً:- الملخص والاستنتاجات (Conclusion)

تُعد الفيزياء الطبية الجسر الرابط بين النظريات الفيزيائية المعقدة والتطبيقات السريرية التي أنقذت حياة الملايين، حيث يظهر دورها المحوري في تحويل الإشعاع والطاقة إلى أدوات تشخيصية وعلاجية فائقة الدقة. فمن خلال استغلال الإشعاع المؤين، تطورت أنظمة التصوير الشعاعي التشخيصي باستخدام الأشعة السينية (keV)، والطب النووي الذي يعتمد على أشعة غاما لتقديم صور جزيئية ووظيفية للجسم البشري. ولم يتوقف الأمر عند التشخيص، بل امتد ليشمل العلاج الإشعاعي للأورام باستخدام حزم عالية الطاقة (MeV) من الأشعة السينية والإلكترونات، مما جعل من الفيزياء ركيزة أساسية في استراتيجيات مكافحة السرطان. بالتوازي مع ذلك، أحدثت الفيزياء ثورة في "الطب غير المؤين" عبر تطوير تقنيات الرنين المغناطيسي (MRI) التي تدمج بين الترددات الراديوية والمجالات المغناطيسية لتصوير الأنسجة تشريحيًا ووظيفيًا، بالإضافة إلى استخدام الموجات فوق الصوتية في التصوير اللحظي. كما مكنت دراسة الخصائص الفيزيائية الحيوية من ابتكار أجهزة تخطيط القلب والنشاط المغناطيسي للدماغ، وصولاً إلى توظيف الليزر في الجراحات الدقيقة وتقنيات الحرارة لعلاج الأورام. إن هذا التكامل بين الفيزياء والتكنولوجيا لم يطور الأجهزة فحسب، بل وضع حجر الأساس لـ الطب التكنولوجي المعاصر الذي يجمع بين الدقة المتناهية في التشخيص والفعالية القصوى في العلاج، مع إدارة متطورة للبيانات عبر المعلوماتية الطبية.

١-التحول من التصوير البنيوي إلى التصوير الوظيفي

لوحظ تحول كبير من مجرد تصوير شكل الأعضاء إلى فهم كيف تعمل هذه الأعضاء. الفيزياء الطبية لم تتوقف عند التقاط صورة سطحية، بل ساعدت في رؤية الوظائف الحيوية للأعضاء. مثال واضح على ذلك هو جهاز الـPET Scan ، الذي يعتمد على تفاعل غريب بين جسيمات صغيرة جداً تُدعى بوزيترونات وإلكترونات، حيث تختفي هذه الجسيمات عند التقاءها، وينتج عن ذلك إشارات تُستخدم لرسم صورة تظهر نشاط العضو بشكل دقيق .هذا التطور يعني أننا لم نعد نكتفي بمعرفة كيف تبدو الأعضاء فقط، بل أصبح بإمكاننا مراقبة أدائها الحي وفهم الأمراض بشكل أعمق من خلال التكنولوجيا الحديثة التي وفرتها الفيزياء الطبية .

٢- الحماية الإشعاعية والتحكم في الجرعة (ALARA)

أن الأجهزة الحديثة للأشعة السينية والتصوير المقطعي لم تُطوّر فقط لتحسين وضوح الصور، بل كان الهدف الأهم هو تقليل كمية الإشعاع التي يتعرض لها المريض. هذا يرتبط بمبدأ ALARA، اللي يعني "أقل ضرر ممكن بشكل منطقي". في مجال الفيزياء الطبية، تم ابتكار تقنيات مثل "التحكم الآلي في التعرض" (AEC)، والتي تساعد في تحقيق توازن بين جودة الصورة وحماية صحة المريض.

٣- الرنين المغناطيسي وتطويع فيزياء الكم

أحد أبرز الأمور اللي وصلوا لها هو إن جهاز الـ MRI هو أفضل مثال عملي على استخدام ميكانيكا الكم في الطب. الفكرة تعتمد على التحكم في حركة "اللف المغزلي" لذرات الهيدروجين، وباستخدام موجات الراديو، قدروا العلماء يطوروا طريقة تصوير بتفاصيل دقيقة جداً، ومن غير ما تعتمد على الإشعاعات الضارة. عشان كده، صار الـ MRI هو الخيار الأفضل لتصوير الدماغ والجهاز العصبي بشكل آمن وواضح.

فيزياء الإشعاع كمحرك لتطوير الأجهزة الطبية

إن الاستنتاج الجوهري الذي توصل إليه هذا البحث هو أن تطوير الأجهزة الطبية لم يكن مجرد تقدم هندسي، بل هو نتيجة مباشرة لفهم سلوك الإشعاع المؤين وغير المؤين عند اختراقه للأنسجة البشرية

التعرض الاشعاعي خلال الاجراءات الطبية خلال فحص الصدر بالأشعة السينية يتعرض الانسان الى جرعه اشعاعيه مقدارها الى بينما تتلقى حويصله المرارة نحوه وتختلف الجرعة الإشعاعية وفق نوع الفحص فعلى سبيل المثال فالجرعة الممتصة من فحص التنفس بماده اليوريا باستخدام الكربون المشع تعادل الجرعة الممتصة للمسافر خلال ساعه طيران واحده وعندما تقارن هذه القيم لتعرض الاشعاعي من الفحوص الإشعاعية الطبية مع تلك المبعوثة من المصادر

ثانياً: الأعمال المستقبلية والرؤية الاستشرافية (Future Works)

إن الأفق المستقبلي للفيزياء الطبية يبشر بثورة علمية ستغير مفهوم المستشفى التقليدي، ويمكن تلخيص التوجهات القادمة في المحاور التالية:

١. الفيزياء الطبية النانوية (Nanomedicine Physics)

نتطلع في المستقبل القريب إلى استخدام "النقاط الكمومية" (Quantum\ Dots) والجسيمات النانوية المغناطيسية لتحسين تباين الصور الطبية. هذه الجسيمات ستعمل كـ "منارات فيزيائية" داخل الجسم، تنجذب فقط للخلايا المصابة، مما يرفع دقة الأجهزة الحالية بأضعاف مضاعفة.

٢. العلاج بالبروتونات (Proton Therapy) وتصغير الأجهزة

رغم ضخامة أجهزة العلاج بالبروتونات حالياً، إلا أن الأعمال المستقبلية تتجه نحو استخدام "ليزر البلازما" لتسريع الجسيمات، مما قد يسمح بتصغير هذه الأجهزة لتوضع في غرف عادية بدلاً من مبانٍ كاملة، وهو ما سيجعل العلاج الأكثر دقة في العالم متاحاً للجميع.

٣. التوأم الرقمي والنمذجة الفيزيائية (Digital Twin)

من المتوقع تطوير برمجيات فيزيائية تخلق "نسخة رقمية" للمريض. قبل البدء بالعلاج الإشعاعي، يقوم الفيزيائي الطبي بتجربة الجرعات على التوأم الرقمي المتصل بجهاز العلاج للتنبؤ بالنتائج بدقة ١٠٠٪، وهو ما يُعرف بالطب الشخصي (Personalized\ Medicine).

٤. الهياكل الخارجية والمستشعرات الحيوية الفيزيائية

التوسع في تطوير أطراف صناعية تعتمد على فيزياء الإشارات الكهربائية الحيوية، حيث يتم ربط المجسات الفيزيائية بالأعصاب مباشرة، مما يمنح المبتورين القدرة على الحركة بإشارات الدماغ.

المصادر

(١) إس. خان ، إم كي حسين ، في مركبات البوليمر القائمة على الجسيمات النانوية .وودهيد، لندن ؛ ٢٠٢٢، . ١٥

(٢) جي تشو ، واي بارك ، واي كيه هونغ ، دي إتش ها ، نانو. تقارب ٢٠١٩ .

(٣) خان، ح. س. ي .، علي شاه، س .ز .، خان، م .ن .، شاه، أ. أ .، المحفزات ٢٠٢٢، ١٢، ١٣٨٦

(٤) ج. تاديس ، رسالة ماجستير، جامعة أديس أبابا ، ٢٠٠٦

(٥) إكس إف تشانغ ، زي جي ليو ، دبليو شين ، إس. جوروناثان ، إنت. جيه مول. الخيال العلمي . ١٥٣٤ , ١٧ , ٢٠١٦ .

(٦) بي تشانغ ، دبليو تان ، اكس تشانغ ، جيه تشين ، جيه يوان ، جيه دينغ ، إنديانا إنج. الكيمياء. الدقة

(٧) اي. خان ، ك. سعيد ، آي. خان آرا بن ج. كيم .٢٠١٩ ، ١٢ ، ٩٠٨ ، ٣١

(٨) ج. ليف ، كيو. غو ، إكس. مو ، إكس. جيانغ ، *مجلة أجهزة الاستشعار والمحركات أ* ٢٠٢٢ ، ١١٣٣٧٦.

(٩) أ. م. إلياس ، ماجستير العلوم ، مؤتمر معهد الفيزياء .*سلسلة مؤتمرات معهد الفيزياء: علوم وهندسة المواد*، ٢٠١٧ ، ٢٦٣ ، ٠٣٢٠١٩.

(١٠) سي. بوزيا ، IIباتشيكو ، ك. روبي ، ٢٠٠٧ *Biointerphases2*، MR١٧

(١١) S. A. Afolalu ،SB Soetan ،SO Ongbali ،AA Abioye ،AS Oni ،*IOP Conf. سر. ماطر. الخيال العلمي.* ، ٠١٢٠٦٥ ٠٦٤٠، ٢٠١٩ م.

(١٢) J. R. Greer, Mechanical properties of nanomaterials, Nature Publishing Group, ٢٠٢١. ٣٩

(١٣) Dr. Daniel J. Smith, Nanomaterials: Applications in Biology and Medicine, CRC Press, Taylor & Francis Group, ٢٠٢٢.

(١٤) Dr. Robert A & others, Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, ٢٠٢٢.