وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم الفيزياء

تطبيقات تقنيه النانو في المجالات الطبية

مشروع مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة بابل

وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في الفيزياء

تقدمت به الطالبه

زهرء جعفر كاظم

باشراف الدكتور

أ. د. فؤاد عطيه مجيد

2023 م **1444 هـ**

قال تعالى :

(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آَمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ)

صدق الله العظيم

المجادلة الآية (11)

إهداء

إهداء

فرحة التخرج ذلك الحلم الذي اتعبني، وسُقت عمري في سبيل ان احققه، ها هو قد تحقق واختلطت الدموع مع فرحة كنت أنتظرها لعمري الذي مضى، اليوم ينتهي المشوار الذي كابدنا فيه وبعد فترة سنقول يا لها من ذكريات جمعتنا بأشخاص لم نكن لنعرفهم لولا مسيرتنا العلمية، واليوم أهدي تخرجي لوالديّ ولأخوتي وزَوجي ولكل شخص ساندني في حياتي وشكراً من القلب

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمَّد وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين، وبعد ..

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

ثم أشكر أولئك الأخيار الذين مدوا لي يدَ المساعدة، خلال هذه الفترة، وفي مقدمتهم أستاذي المشرف على الرسالة فضيلة الأستاذ

الدكتور فؤاد عطيه مجيد

وكما اتقدم بالشكر والتقدير والاحترام الى اساتذتنا الكرام اساتذة كلية التربية للعلوم الصرفة

الملخص

لنتخيل النانو تكنولوجي ببساطة، فإن المتر يساوي مليار نانو متر؛ أي أن النانو متر جزء واحد من مليون جزء من المليمتر. بهدف تصنيع منتجات ماكروسكال، التي يشار إليها أيضًا الآن بالتكنولوجيا النانوية الجزيئية، والتي تقود إلى ثورة جديدة في مجالات شتى مثل الطب، وصناعة الأدوية، وحلية المياه، والغذاء، والإلكترونيات، والطاقة الشمسية، والوقود، وغيرها. في هذا البحث عملنا دراسة شاملة ومفصلة عن استخدامات المتعددة لتقنيات النانو في مجال الطب وصناعة الادوية

الفهـــــــــرس

الرقم	الموضوع	الصفحة
	البسملة	ا
	الآية	ب
	الإهداء	ت
	الشكر والتقدير	ث
	الملخص	ج
	الفهرس	ح - خ
الفصل الأول		
1-1	مقدمة	1
1-2	توصيل الأدوية للخلايا	1
1-3	الخلايا الجذعية	2
1-4	التعقيم وقتل البكتريا	2
1-5	علاج الجروح والالتهابات	3
الفصل الثاني		
2-1	مقدمة	5
2-2	المواد النانوية	5
2-3	تقنية النانو في الطب	5
2-4	استخدامات تقنية النانو في الطب	6
الفصل الثالث		
3-1	المقدمة	9
3-2	كيف يمكنه تحسين علاج السرطان وغيره من الأمراض؟	9
3-3	كيف يعمل طب النانو؟	10

الفصل الرابع		
4-1	التطبيقات الأكثر إثارة للاهتمام لتكنولوجيا النانو	13
4-2	الخاتمة	17
4-3	المصادر والمراجع	18

الفصل الاول

1-1 المقدمة

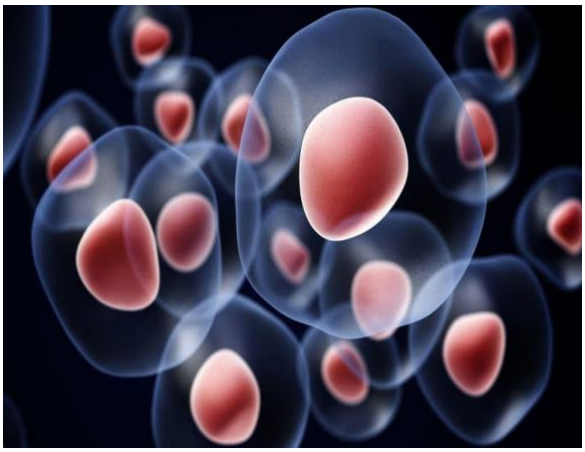
يوفر استخدام التكنولوجيا النانوية في الطب، احتمالات مدهشة، تتضمن تطبيقات الجسيمات النانوية التي هي قيد التطوير حاليًا إلى جانب أبحاث طويلة المدى حول استخدام الروبوتات النانوية المصنعة لإجراء إصلاحات على المستوى الخلوي (الطب النانوي)[1]. ويرى العلماء أن استخدام تقنية النانو في مجال الطب يمكن أن يحدث ثورة في طريقة اكتشاف وعلاج ما يلحق بالإنسان من أمراض في المستقبل. يعتبر علم النانو من العلوم الحديثة ذات التطبيقات الواعدة في العصر الحديث لذا اهتم هذا البحث بتعريف علم النانو واستعراض بعض تطبيقاته المختلفة مع التركيز على التطبيقات الطبية ووضح هذا العلم أن المادة النانوية يمكن تعين خصائصها بصورة كبيرة بحيث تختلف عن خصائصها الأم مما يسهل استخدام هذه الخواص الجديدة. وتم التعرف على تقنية النانو واستخداماتها في المجالات المختلفة مع التركيز أيضاً على التطبيقات الطبية في علاج السرطان بتقنية النانو ومقارنتها بالطرق التقليدية ولإعطاء فكرة مبسطة عن هذه التقنية قدمنا بطريقة مبسطة المفاهيم والمبادئ الأساسية في تقنية النانو بأمل أن ندرك حقائقها وأخيراً بينا دواعي وأسباب الاهتمام الواسع والكبير بهذه التقنية والآفاق المستقبلية لها[2].

2-1توصيل الأدوية للخلايا

يتم حاليًا تطوير تطبيق يتضمن استخدام الجسيمات النانوية لتوصيل الأدوية أو الحرارة أو الضوء أو مواد أخرى لأنواع معينة من الخلايا (مثل الخلايا السرطانية). يتم تصميم الجسيمات بحيث تنجذب إلى الخلايا المريضة؛ ما يتيح العلاج المباشر لتلك الخلايا. تقلل هذه التقنية من تلف الخلايا السليمة في الجسم، وتتيح الكشف المبكر عن المرض

1-3 الخلايا الجذعية

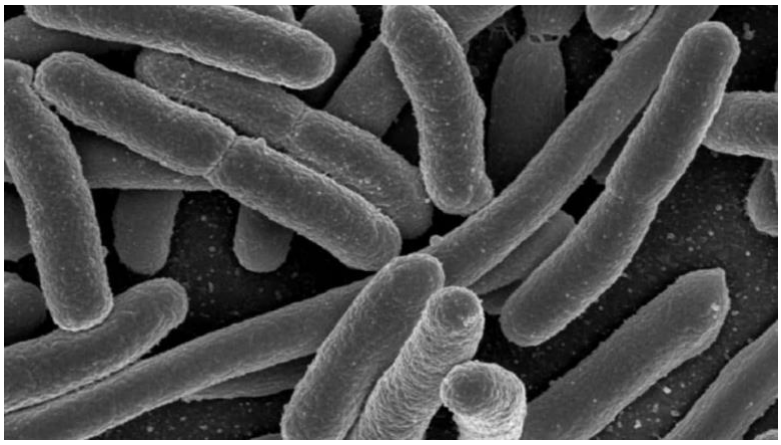
يطور باحثون بجامعة ولاية نورث كارولينا، طريقة لتوصيل الخلايا الجذعية القلبية لأنسجة القلب التالفة؛ لزيادة كمية الخلايا الجذعية التي يتم تسليمها إلى الأنسجة المصابة.



1-4التعقيم وقتل البكتريا

يقوم باحثون بجامعة هيوستن، بتطوير تقنية لقتل البكتيريا باستخدام الجسيمات النانوية الذهبية وضوء الأشعة تحت الحمراء. ما قد يُحسِّن من تنظيف الأدوات في إعدادات

المستشفى. ويدرس باحثون بامعة كولورادو بولدر، استخدام النقاط الكمومية لعلاج الالتهابات المقاومة للمضادات الحيوية.



5-1علاج الجروح والالتهابات

5-1-1 علاج الجروح

أظهر باحثون بجامعة ويسكونسن، ضمادة تطبق نبضات كهربائية على الجرح باستخدام الكهرباء التي تنتجها المولدات النانوية التي يرتديها المريض[3].

5-1-2 علاج النزيف

لمرضى الصدمة الذين يعانون من نزيف داخلي، هناك حاجة إلى طريقة أخرى للحد من فقدان الدم؛ لذا يقوم باحثون بجامعة تشيس ويسترن ريزيرف، بتطوير جسيمات بوليمر نانوية. تعمل كصفائح دموية صناعية؛ إذ أظهرت الاختبارات المعملية أن حقن هذه الصفائح الدموية الاصطناعية يقلل بشكل كبير من فقدان الدم[4].

الفصل الثاني

2-1 مقدمة

يمكن تعريف تقنية النانو على أنّها هندسةٌ تعتمد على النظم الوظيفية على المستوى الجزيئي، حيث تعتمد هذه التقنية على الجمع بين الهندسة وعناصر الفيزياء والكيمياء الجزيئية للوصول إلى القدرة على الاستفادة من الخصائص التي تحدث في مقياس النانو. ومن أهم تطبيقاته التي تجري اليوم هو العمل على استخدام الأنابيب النانوية الكربونية الدقيقة لنقل الدواء إلى خلايا محددة من الجسم**[5,6].**

2-2 المواد النانوية

وهي عبارةٌ عن موادٍ تتميز بحجمها الصغير المقاس بالنانومتر، حيث أنّ النانومتر هو جزءٌ من المليون من الميليمتر. وتوجد جسيماتٌ بحجم النانو في الطبيعة، كما يمكن إنشاء بعضها من منتجات الكربون والمعادن ويشار إلى هذه المواد بالمواد النانوية الهندسية ENMs، والتي يمكن أن تحمل خصائصَ بصريةً ومغناطيسيةً وكهربائيةً مميزةً تكسبها القدرة على لعب دورٍ مهمٍ في المجالات المختلفة ومنها الطب، فعلى سبيل المثال يمكن استخدام تقنية النانو هذه في صناعة المستحضرات الصيدلانية التي تستهدف خلايا معينة من الجسم كالخلايا السرطانية وتزيد من فعالية العلاج[7].

2-3تقنية النانو في الطب

هو عبارةٌ عن تقنيةٍ علميةٍ تهدف إلى تشخيص وعلاج الأمراض والإصابات والوقاية منها وتخفيف الألم، وذلك عبر استخدام التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية ومواد منشأة بمقياس النانو، واعتماد أنظمة آلية معقدة وروبوتات النانو للقيام بذلك. يعتمد مبدأ تشخيص النانو على استخدام أجهزة النانو للكشف المبكر عن الأمراض والاستعداد لها على المستوى الخلوي والجزيئي. كما أنّ الطب النانوي قادرٌ عبر استخدام أجهزة نانوية معينة لزيادة دقة طرق

التشخيص التي تستخدم عينات السوائل والأنسجة البشرية، والاستفادة من ذلك في إجراء العديد من التحليلات الهامة على المستوى الخلوي الفرعي. كما يهدف الطب النانوي إلى إنشاء أجهزةٍ قادرة على فحص جسم الإنسان للبحث المبكر عن الأمراض، وقياس كمية الجزيئات السامة والخلايا السرطانية داخله والتعامل معها. وتتمتع المواد النانوية بخصائصَ بصريةٍ ومغناطيسية وبنيوية مميزة، مما يجعلها مفيدةً للتصوير التشخيصي واكتشاف الأورام. وتتمتع الجسيمات النانوية بميزاتٍ ذات قدرةٍ أكبر على التكيف من باقي المواد الأكبر حجمًا نظرًا لميكانيك الكم المعدل في مقياس النانو[8,9].

2-4استخدامات تقنية النانو في الطب

2-4-1تقنية النانو في طب الأسنان

ويهدف استخدام تقنية النانو في طب الأسنان إلى الحفاظ على صحة الأسنان عبر استخدام المواد النانوية، والتكنولوجيا الحيوية التي تتضمن هندسة الأنسجة وروبوتات النانو السنية. ويهدف العلم إلى منح روبوتات النانو السنية القدرة على استخدام آلياتٍ حركيةٍ محددة تسمح لها بالسباحة عبر الأنسجة البشرية بدقةٍ، والتوصل إلى تقنيةٍ لدخول الخلايا بشكلٍ آمنٍ والتعامل مع المحيط، ويتم التحكم بهذه الروبوتات النانوية عبر حاسوبٍ خاصٍّ يقوم بتنفيذ مجموعةٍ من التعليمات المبرمجة مسبقًا، أو قد يقوم طبيب الأسنان نفسه بإرسال أوامر مباشرةً إلى هذه الروبوتات عبر الإشارات الصوتية أو وسائل أخرى[10].

2-4-2النانو في علاج السرطان

يعتقد العلم بأنّ تقنية النانو سيكون لها فائدةٌ كبيرةٌ في علاج الأورام، وخاصةً فيما يتعلق بالتصوير، وذلك بسبب صغر حجم جزيئات النانو، حيث يمكن استخدامها إلى جانب التصوير بالرنين المغناطيسي للحصول على صورٍ استثنائيةٍ لأماكن وجود الورم السرطاني. تكون

جزيئات النانو مثل النقاط الكمومية أكثر إشراقًا من الأصباغ العضوية، وتحتاج مصدرًا ضوئيًّا واحدًا للتنبيه، ففي حال استخدام النقاط الكمومية الفلورية يمكن الحصول على صورٍ ذات تباين أعلى وبتكلفةٍ أقل فيما لو قارناها باستخدام الأصباغ العضوية التي تستخدم كوسائط تباين. ترتبط المجموعات الوظيفية المتعددة بجسيم النانو بسبب امتلاك جزيئات النانو نسبة عالية لمساحة السطح إلى الحجم، وبالتالي يمكنها الارتباط بخلايا سرطانية محددة، حيث تقوم جزيئات النانو بالتراكم في موقع الورم بشكلٍ تفاضليٍّ، حيث يجري العمل على إنشاء جزيئات نانو متعددة الوظائف لها القدرة على كشف الورم وتصويره ومن ثم علاجه[11].

2-4-3النانو في علاج مرض الزهايمر

يقدر عدد المصابين بمرض الزهايمر حول العالم بحوالي 35 مليون شخصٍ، ولكن مع تطور العلم أصبح من الممكن تشخيص الزهايمر وعلاجه بشكلٍ مبكرٍ عن طريق استخدام تقنية النانو، وذلك عبر تصميم عددٍ كبيرٍ من الجسيمات النانوية ذات خصوصيةٍ عاليةٍ للخلايا المبطنة الشعرية في الدماغ[12].

2-4-5النانو في توصيل الأدوية

يهدف استخدام تقنية النانو في هذا المجال إلى تطوير التأثير العلاجي لجزيئات الدواء، حيث تعتبر طرق توصيل الأدوية ذات أهميةٍ كبيرةٍ في الطب، الأمر الذي يتطلب تنقل دقيق خلال العمليات البيولوجية في الجسم عبر استخدام ناقلات الدواء، مما يحقق نجاحًا أكبر في حال التحكم بهذه الجزيئات وتفاعلاتها مع الخلايا الأخرى، إضافةً إلى السيطرة على شكل وحجم هذه الجزيئات والكيمياء السطحية لهاحسب اراجيك[13].

الفصل الثالث

3-1 مقدمة

يعتبر علم النانو من العلوم الحديثة ذات التطبيقات الواعدة في العصر الحديث لذا اهتم هذا البحث بتعريف علم النانو واستعراض بعض تطبيقاته المختلفة مع التركيز على التطبيقات الطبية ووضح هذا العلم أن المادة النانوية يمكن تعين خصائصها بصورة كبيرة بحيث تختلف عن خصائصها الأم مما يسهل استخدام هذه الخواص الجديدة[15]. وتم التعرف على تقنية النانو واستخداماتها في المجالات المختلفة مع التركيز أيضاً على التطبيقات الطبية في علاج السرطان بتقنية النانو ومقارنتها بالطرق التقليدية ولإعطاء فكرة مبسطة عن هذه التقنية قدمنا بطريقة مبسطة المفاهيم والمبادئ الأساسية في تقنية النانو بأمل أن ندرك حقائقها وأخيراً بينا دواعي وأسباب الاهتمام الواسع والكبير بهذه التقنية والآفاق المستقبلية لها.

3-2 كيف يمكنه تحسين علاج السرطان وغيره من الأمراض؟

بينما تتعرض أجسامنا بالكامل للأدوية التي نتناولها، والتي يمكن أن تؤدي إلى آثار جانبية غير سارَّة وتقليل كمية الدواء التي تصل إلى الأماكن التي تحتاجها بالفعل، يمكن توصيل الأدوية بكفاءة أكبر إلى موقع العمل باستخدام تقنية النانو، مما يؤدي إلى نتائج محسّنة مع أدوية أقل. يعني هذا النهج المستهدف أن الأدوية تسبب أكبر ضرر في منطقة الورم المعينة والمقصودة التي يتم تسليمها إليها، ما يقلل من الأضرار الجانبية للأنسجة السليمة المحيطة، ومن ثم من الآثار الجانبية. ويمكن إضافة الوظائف إلى المواد النانوية عن طريق ربطها بالجزيئات أو الهياكل البيولوجية[16]. ولأن حجم المواد النانوية يتشابه مع حجم معظم الجزيئات والتركيبات

البيولوجية؛ لذلك، يمكن أن تفيد المواد النانوية كلاً من الأبحاث والتطبيقات الطبية الحيوية في الجسم الحي وفي المختبر. حتى الآن، أدى دمج المواد النانوية مع علم الأحياء إلى تطوير أجهزة التشخيص وعوامل التباين والأدوات التحليلية وتطبيقات العلاج الطبيعي ومركبات توصيل الأدوية.

كان أول دواء نانوي للسرطان معتمد من قِبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية هو Doxil. منذ عام 1995، تم استخدامه لعلاج سرطانات البالغين، وضمن ذلك سرطان المبيض والورم النخاعي المتعدد وساركوما كاربوسي (سرطان نادر يصيب غالباً الأشخاص الذين يعانون من نقص المناعة مثل فيروس نقص المناعة البشرية). وحالياً، يوجد تيار من علاجات طب النانو الجديدة لسرطانات البالغين في التجارب السريرية (تجارب على البشر)، أو في السوق. ولكن تمت الموافقة على عدد محدود فقط من هذه لعلاج سرطانات الأطفال، على الرغم من أن علاج السرطان هو المكان الذي يمكن أن تحقق فيه هذه التقنية أكبر فائدة، حسب موقع Johns Hopkins الطبي[17].

3-3كيف يعمل طب النانو؟

يمكن تصويره على أنه أنظمة توصيل الأدوية ذات الجسيمات النانوية ولكن بطرق مختلفة. إلى جانب حمل الدواء للتسليم، يمكن تصميم الجسيمات النانوية لتحمل مركّبات معينة تسمح لها بالارتباط بجزيئات الخلايا السرطانية. بمجرد ارتباطها، تُوصل الدواء بأمان إلى موقع الورم المحدد. تساعد الجسيمات النانوية أيضاً في قابلية ذوبان الدواء. ولكي يعمل الدواء، يجب أن يكون قادراً على دخول مجرى الدم، مما يعني أنه يجب أن يكون قابلاً للذوبان. على سبيل المثال، دواء السرطان باكليتاكسيل (تاكسول) غير قابل للذوبان، لذا تجب إذابته في عامل توصيل للدخول إلى الدم. لكن هذا العامل يمكن أن يسبب ردود فعل تحسسية لدى المرضى. للتغلب على هذه المشكلات، طور الكيميائيون جسيمات نانوية من بروتين الألبومين الطبيعي، فتحمل

باكليتاكسيل وتجعله قابلاً للذوبان ولكن بدون تفاعلات الحساسية[18]. عادةً ما تكون للأورام أوعية دموية مضطربة ومتسربة تنتشر من خلالها وتخرج منها. تسمح هذه الأوعية لأدوية العلاج الكيماوي بدخول الورم بسهولة، ولكن نظراً إلى أن جزيئات العلاج الكيماوي صغيرة جداً، فإنها تنتشر أيضاً عبر الأوعية وتخرج من الورم، وتهاجم الأنسجة المحيطة. ولأن الجسيمات النانوية جزيئات أكبر، لذا تنحصر داخل الورم، حيث تسبب كل الضرر تجاه الخلايا المستهدفة. بمجرد تسليم حمولتها من الأدوية إلى الخلايا، يمكن تصميم الجسيمات النانوية لتتحلل إلى منتجات ثانوية غير ضارة. هذا الأمر مُهم بشكل خاص للأطفال الذين مازالوا في طور النمو. يسعى طب النانو إلى تقديم مجموعة قيّمة من أدوات البحث والأجهزة المفيدة سريرياً في المستقبل القريب[19]. وتتوقع المبادرة الوطنية لتقنية النانو في أمريكا ابتكار تطبيقات تجارية جديدة في صناعة الأدوية، قد تشمل أنظمة توصيل الأدوية المتقدمة والعلاجات الجديدة والتصوير في الجسم الحي. تتلقى أبحاث الطب النانوي تمويلاً من برنامج الصندوق المشترك للمعاهد الوطنية الأمريكية للصحة، الذي يدعم أربعة مراكز لتطوير طب النانو. وفي أوروبا، تخضع الأدوية النانوية البيولوجية للإطار الذي وضعته وكالة الأدوية الأوروبية (EMA) لأغراض تنظيمية، هدفها متابعة الطب النانوي البيولوجي حسب عربي بوست.

الفصل الرابع

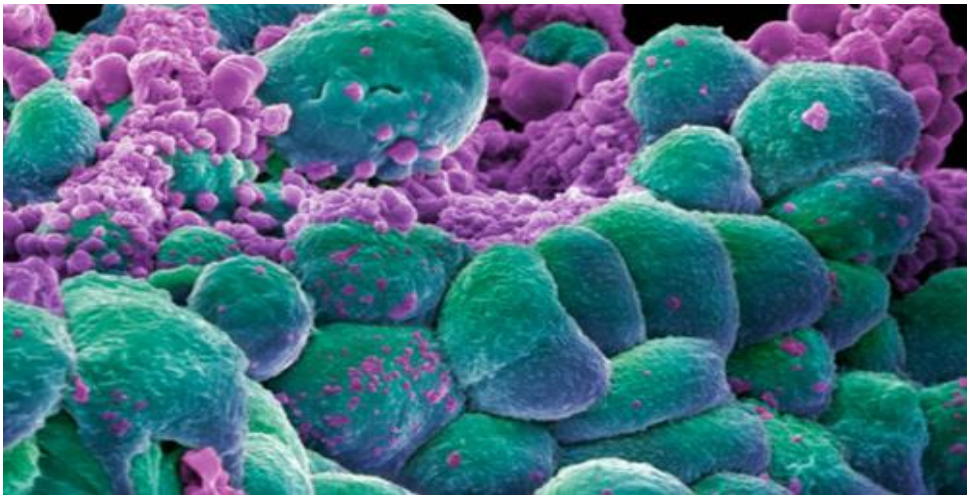
4-1 المقدمة

عندما نتحدث عن تقنية النانو، نتحدث بشكل أساسي عن جسيمات تم تطويرها بشكل اصطناعي على نطاق مجهري، يستخدم العديد منها لربط المواد والخلايا الحية لغرض طبي، والبعض الآخر عبارة عن كبسولات جوفاء تحتوي على مواد أخرى تعمل بمثابة نظام توصيل. هذا هو الحال في كثير من الأحيان بالنسبة للأصباغ والنقل المباشر للأدوية، وغالبًا ما يتم تغطية الجسيمات الرئيسية في مواد واقية مثل السيليكا للحفاظ عليها سليمة حتى التسليم. ثم يتم امتصاص هذه الطبقات، ويمكن للجسيم القيام بعمله، وبالتالي فإن هذه الجسيمات لها العديد من التطبيقات المحتملة في الطب والجراحة والممارسات التجارية الأخرى[20,19,18].

4-2 التطبيقات الأكثر إثارة للاهتمام لتكنولوجيا النانو

1) كشف البروتين

هناك عدد قليل من الأدوات المجهرية المستخدمة في اكتشاف البروتين اعتمادًا على ذرات الذهب المعروفة باسم الجسيمات النانوية، والأصباغ، والتي يمكن استخدامها في المسح الضوئي أو مع الكاميرات، ولكن المشكلة هي أنها في كثير من الأحيان قد تكون محدودة في كفاءتها. يمكن أن تأخذ تقنية النانو مقاربة أكثر دقة للجزئيات النانوية، فتشتت الجسيمات والأصباغ، وأحيانًا كلاهما، وقد يبدو هذا مثل الخيال العلمي بالنسبة للبعض، مع بعض الفضول حول الآثار العملية[21].



2) علاج السرطان

أحد أكثر استخدامات تكنولوجيا النانو شيوعًا بالنسبة للكثير من الناس هو علاج السرطان، وهناك العديد من التطورات الجديدة في خيارات الفحص والعلاج لسرطان القولون والبروستات التي تشمل تقنية النانو. والهدف هو تعزيز إمكانات علاج السرطان عن طريق تسليط الضوء على الخلايا التي تستهدفها الأشعة، وكلما كان معدل الكشف أكثر دقة، كلما كان العلاج أكثر فعالية. يمكن أن تزيد النانوتكنولوجي من فرص الأصباغ وذرات الذهب المعروفة باسم الجسيمات النانوية، في الوصول إلى الخلية السرطانية، وهذا يعني زيادة معدلات الكشف، مما يسهل اكتشاف المشكلة ومعالجتها بشكل أسرع، مما سيساعد على خفض معدلات سرطان البروستات وسرطان القولون[22].

3) هندسة الأنسجة

شهد مجال هندسة الأنسجة تطورًا كبيرًا، وأصبح يشمل المفاصل الجديدة، ولوحات لاستبدال العظام المكسورة وغيرها من الأعمال الهيكلية في أعقاب الحوادث، ولكن

المشكلة مع المواد الحالية، مثل التيتانيوم، هي أن الجسم يمكن أن يُرفضها بسهولة، ويعتبرها جسمًا غريبًا. وأظهر اكتشاف حديث أن هندسة نسيج جسيمات النانو يمكن أن تخلق نسيجًا جديدًا يسمح لـ "العظام" والأنسجة الجديدة بالاندماج، ويمكن استخدام هذه التقنية أيضًا في بنية تسمح للمغذيات بالمرور، ومع مزيد من التطوير في هذا المجال، يمكن أن يكون لهذا آثار هامة في زراعة الأعضاء والجراحة التجميلية[23].

4) ترميز ضوئي متعدد الألوان

يعد ترميز الألوان جزءًا مهمًا من علم الوراثة عند تحديد التسلسل، ويوفر خريطة بصرية للجينات والبروتينات التي تسهل التعرف على التسلسلات، والعيوب، والشذوذ. المشكلة مع النظام القديم للأصباغ هو أن هناك فقط بعض الألوان في السلسلة، ولكن تطور تكنولوجيا النانو والجسيمات الملونة قد تغير ذلك، حيث يستخدم هذا النظام الجديد مركب من أشباه الموصلات للتلاعب بحرية أكبر ويجمع لتشكيل أنماط وألوان جديدة.

5) التلاعب بالخلية

يكمن جمال الجسيمات النانوية التي صنعها الإنسان في حقيقة أنها مصنوعة من المواد الأكثر ملاءمة للعمل، مع الخصائص المناسبة، ويستخدم بعضها كبسولات لنقل وتفريق العناصر في منطقة معينة من الجسم، بينما تستخدم أخرى المغناطيسية للتلاعب في شكل الخلايا. ويمكن تعديل تأثير الجسيمات والقوة المغناطيسية باستخدام

نطاقات وسماكة مختلفة من المعدن، وهنا لا يتم التلاعب بالخلايا البيولوجية فقط، بل أيضا بالتكنولوجيا نفسها، وهذا الأمر مثالي لأنه يسمح بمعالجة كل مشكلة على حدة بدلاً من نهج واحد يناسب جميع القضايا الصحية.

6) الاستكشاف التجاري

إن الحالة الحالية لتكنولوجيا النانو تعني أن فهمنا الحالي يمكن أن يجلب المطورين إلى العديد من المجالات المختلفة، حيث من المؤكد أن تكنولوجيا النانو ليست حصرًا على المجال الطبي، رغم أن هذا هو الهدف الرئيسي لكثير من المطورين[24]. وهناك مشاريع تجارية بعضها مرتبط بالرعاية الطبية وبعضها يتعلق بمجالات أخرى، حيث يمكن أن تكون تقنية النانو مفيدة. ومنها خلق الضمادات مع الفضة النانوية وغيرها من العناصر المضادة للميكروبات، وهناك مطورون يرغبون في استكشاف إمكانات أنظمة الترشيح باستخدام تقنيات النانو والمعادن، ومنهم من يدرسون المواد النانوية الحيوية الهجينة للإلكترونيات والإلكترونيات الضوئية.

3- 4الخاتمة

بالنسبة للكثيرين، تعد تقنية النانو نافذة كبيرة في مستقبل الميكانيك الحيوية والطب، ولكن طبيعة هذا العلم ودقة تفاصيله تجعله يبدو وكأنه تكنولوجيا بعيدة المنال. والحقيقة هي أن النماذج المذكورة أعلاه كلها وظيفية وفي تطور مستمر، وهذا يعني أن هناك مجالاً واسعاً للمشاريع المستقبلية مع نظام توصيل الدواء واستهداف الخلايا، يوفران العديد من الفرص لجعلها أكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة. وهناك أمل في أن تصبح هذه الأجهزة المركزة متعددة الوظائف مع مختلف العمليات والفوائد الطبية، وقد أصبح عالم النانوتكنولوجي في الطب مفتوحا، ولا يزال هناك الكثير لتعلمه.

المصادر والمراجع

1. Emerich, Dwaine F., and Christopher G. Thanos. "Nanotechnology and medicine." Expert opinion on biological therapy 3.4 (2003): 655-663.

2. Engel, Elisabeth, et al. "Nanotechnology in regenerative medicine: the materials side." Trends in biotechnology 26.1 (2008): 39-47

3. Saxena, Shailendra K., et al. "Current advances in nanotechnology and medicine." NanoBioMedicine (2020): 3-16.

4. Nikalje, Anna Pratima. "Nanotechnology and its applications in medicine." Med chem 5.2 (2015): 081-089.

5. Attaf, Brahim, ed. Advances in composite materials for medicine and nanotechnology. BoD–Books on Demand, 2011.

6. Silva, Gabriel A. "Introduction to nanotechnology and its applications to medicine." Surgical neurology 61.3 (2004): 216-220.

7. McNeil, Scott E. "Unique benefits of nanotechnology to drug delivery and diagnostics." Characterization of nanoparticles intended for drug delivery (2 Alexis, Frank, et al. "New frontiers in nanotechnology for cancer treatment." Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations. Vol. 26. No. 1. Elsevier, 2008): 3-8.011.

.Mongillo, John F. Nanotechnology 101. ABC-CLIO, 2007 .8

Mostafavi, Ebrahim, Pooneh Soltantabar, and Thomas J. Webster. .9 "Nanotechnology and picotechnology: a new arena for translational medicine." Biomaterials in translational medicine. Academic Press, .2019. 191-212

Karunaratne, D. Nedra. "Nanotechnology in medicine." Journal of .10 .(2007) the National Science Foundation of Sri Lanka 35.3

Hill, Emily K., and Julang Li. "Current and future prospects for .11 nanotechnology in animal production." Journal of animal science .and biotechnology 8.1 (2017): 1-13

Ramsden, Jeremy J. "What is nanotechnology?." Nature (Lond.) .12 .344 (1990): 524-526

Vo-Dinh, Tuan, ed. Nanotechnology in biology and medicine: .13 .methods, devices, and applications. CRC Press, 2017

El-Sayed, Amr, and Mohamed Kamel. "Advanced applications of .14 nanotechnology in veterinary medicine." Environmental Science and Pollution Research 27 (2020): 19073- Cattaneo, Anna Giulia, et al. "Nanotechnology and human health: risks and benefits." .19086.Journal of applied Toxicology 30.8 (2010): 730-744

Ramos, Ana P., et al. "Biomedical applications of .15 .nanotechnology." Biophysical reviews 9.2 (2017): 79-89

16. Prasad, Rai Dhirendra, et al. "A review on concept of nanotechnology in veterinary medicine." ES Food & Agroforestry 4 (2021): 28-60.

17. Nikolova, M., R. Slavchov, and G. Nikolova. "Nanotechnology in medicine." Drug discovery and evaluation: methods in clinical pharmacology (2020): 533-546.

18. Bayda, Samer, et al. "The history of nanoscience and nanotechnology: from chemical–physical applications to nanomedicine." Molecules 25.1 (2019): 112.

19. Dai, Liming, ed. "Carbon nanotechnology: recent developments in chemistry, physics, materials science and device applications". (2006).

20. Tsakalakos, Loucas. Nanotechnology for photovoltaics. CRC press, 2010.

21. Tarafdar, J. C., Shikha Sharma, and Ramesh Raliya. "Nanotechnology: Interdisciplinary science of applications." African Journal of Biotechnology 12.3 (2013).

22. Rosenman, G., et al. "Bioinspired peptide nanotubes: deposition technology, basic physics and nanotechnology applications." Journal of Peptide Science 17.2 (2011): 75-87.

23. Förch, Renate, Holger Schönherr, and A. Tobias A. Jenkins, eds. Surface design: applications in bioscience and nanotechnology. John Wiley & Sons, 2009.

24. Gordon, Assaf T., et al. "Introduction to nanotechnology: potential applications in physical medicine and rehabilitation." American journal of physical medicine & rehabilitation 86.3 (2007): 225-241.

25. Contera, Sonia, Jorge Bernardino de la Serna, and Teresa D. Tetley. "Biotechnology, nanotechnology and medicine." Emerging Topics in Life Sciences 4.6 (2020): 551-554.

26. Tahir, Muhammad Bilal, Muhammad Rafique, and Muhammad Shahid Rafique, eds. Nanotechnology and Photocatalysis for Environmental Applications. Elsevier, 2020.

27. Zahid, Muniza, et al. "DNA nanotechnology: a future perspective." Nanoscale research letters 8 (2013): 1-13.

28. Bhagyaraj, Sneha Mohan, and Oluwatobi Samuel Oluwafemi. "Nanotechnology: the science of the invisible." Synthesis of inorganic nanomaterials. Woodhead Publishing, 2018. 1-18.