استخدامات تقنية النانو تكنولوجي
مقاربات متعددة التخصصات

إشراف وتنسيق:

د.عمر بن عيشوش- مركز البحث في العلوم الإسلامية والحضارة
الأغواط – الجزائر (CRSIC)

استخدامات تقنية النانو تكنولوجي : مقاربات متعددة التخصصات

المركز الديمقراطي العربي

بالتعاون بين:
المركز الديمقراطي العربي برلين - المانيا
جامعة النيل الأبيض – السودان
جامعة بنغازي – ليبيا
Demokratisches Deutsches Zentrum
für MENA-Studien, Berlin, Deutschland

ISBN 978-3-68929-013-9

DEMOCRATIC ARABIC CENTER
Germany: Berlin 10315 Gensinger- Str: 112
http://democraticac.de
TEL: 0049-CODE
030-89005468/030-898999419/030-57348845
MOBILTELEFON: 00491174274278717

المركز مؤسسة بحثية مستقلة تعمل في إطار البحث العلمي الأكاديمي والتحليلات السياسية والقانونية والإعلامية والأقتصادية حول الشؤون الدولية والإقليمية

2024

كتاب وقائع المؤتمر الدولي العلمي:

استخدامات تقنية النانو تكنولوجي: مقاربات متعددة التخصصات

Uses of nanotechnology: multidisciplinary approaches

إشراف وتنسيق:

د. عمر بن عيشوش-أستاذ باحث – مركز البحث في العلوم الإسلامية والحضارة (CRSIC) الأغواط – الجزائر

النـــاشر

المركز الديمقراطي العربي

للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية

ألمانيا/برلين

Democratic Arabic Center

Berlin / Germany

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه

في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر.

جميع حقوق الطبع محفوظة

All rights reserved

No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, without the prior written permission of the publisher

المركز الديمقراطي العربي

للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية ألمانيا/برلين

البريد الإلكتروني

book@democraticac.de

المركز الديمقراطي العربي-برلين-ألمانيا

جامعة النيل الأبيض-السودان

جامعة بنغازي-ليبيا

ينظمون المؤتمر الدولي العلمي الموسوم بـ:

استخدامات تقنية النانو تكنولوجي: مقاربات متعددة التخصصات

Uses of nanotechnology: multidisciplinary approaches

أيام 24-25 شباط/فبراير 2024

إقامة المؤتمر بواسطة تقنية التّحاضر المرئي عبر تطبيق Zoom

ملاحظة: المشاركة مجانا بدون رسوم

لا يتحمل المركز ورئيس المؤتمر واللجان العلمية والتنظيمية مسؤولية ما ورد في هذا الكتاب من آراء، وهي لا تعبر بالضرورة عن قناعاتهم ويبقى أصحاب المداخلات هم وحدهم من يتحملون كامل المسؤولية القانونية عنها

الرئاسة الشرفية:

أ.عمار شرعان، رئيس المركز العربي الديمقراطي-برلين-ألمانيا

أ. د. عزالدين يونس الدرسي – رئيس جامعة بنغازي – ليبيا

أ.د. صلاح محمد إبراهيم أحمد –جامعة النيل الأبيض – كلية الاقتصاد والدراسات المصرفية – كوستي – السودان

د. يوسف زغو اني عمر– مدير مركزجامعة بنغازي للغات – المدير التنفيذي – المركز الديمقراطي العربي-ليبيا

رئيس المؤتمر: د .عمر بن عيشوش -أستاذ باحث – مركز البحث في العلوم الإسلامية والحضارة (CRSIC) الأغواط – الجزائر

هيئة المؤتمر– :

رئيس اللجنة العلمية : د. علي لطرش –جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان، الجزائر

التنسيق والنشر: د. حنان طرشان – جامعة باتنة1 – الجزائر

مدير إدارة النشر : د. ربيعة تمار– مدير أدارة النشر– المركز الديمقراطي العربي – ألمانيا – برلين

رئيس اللجنة التحضيرية :د. أحمد بوهكو–المركز الديمقراطي العربي، ألمانيا – برلين
رئيس اللجنة التنظيمية :أ. كريم عايش – المدير الإداري – المركز الديمقراطي العربي – ألمانيا – برلين

أعضاء اللجنة العلمية:

أ د. محمد ورنيقي / جامعة الأغواط(الجزائر)	أد. إبراهيم رحماني/ جامعة الوادي(الجزائر)
د.عصام عيروط، جامعة نابلس للتعليم المهني والتقني(فلسطين)	د. حنان طرشان، جامعة باتنة1، (الجزائر)
د. الجيلالي بن الطيب، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د. محمد العاجب فاروق، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)
د. سليمان شلباك، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د.حميدة العجل ، جامعة الجنان(لبنان)
د. معاذ عليوي، جامعة نجم الدين أربكان (تركيا)	د.كرم سلام عبد الرؤوف سلام، جامعة باشن (الولايات المتحدة الأمريكية)
د. بوزيدي أحمد التجاني، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د. السعيد جقيدل ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)
د. الأزهاري دمانة، جامعة الأغواط، (الجزائر)	د. نضال محمد رشيد صالح مصطفى الحمداني ، جامعة الموصل (العراق)
د. حورية مرصالي، جامعة يحي فارس المدية (الجزائر)	د. حسان بوسرسوب، جامعة البليدة2 (الجزائر)
د. عامر شبل زيا ، جامعة المستنصرية(العراق)	د. عبد الرحمن مايدي ، جامعة الأغواط ،(الجزائر)
د. محمد عيشوبة ، جامعة الأغواط ،(الجزائر)	د.خير الدين شرقي ، جامعة الأغواط ،(الجزائر)
د.إبراهيم عبد الطيف عبد المطلب خوجلي، وزارة التربية(العراق)	د.هيثم حميد مطلك المنصوروزارة التربية(العراق)
أد.فاتن ريدان، جامعة جندوبة (تونس)	د.شكري الدّربالي،المعهد العالي للدراسات التطبيقيّة في الإنسانيات بتوزر. جامعة قفصة (تونس)
د.نورس أحمد كاظم الموسوي، جامعة الفرات (العراق)	د.شعبو محمد شاكر، جامعة حلب (سوريا)
أد .محمد عبدالفتاح زهرى ، جامعة المنصورة (مصر)	د. فاطمة بن عيشوش، جامعة خميس مليانة (الجزائر)
د. فاطمة بالطيب ، جامعة الجزائر1 (الجزائر)	د. مسعود فشيت، المركز الجامعي تيبازة(الجزائر)
د.بن عودة صليحة، جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان(الجزائر)	د.سارة عجرود، جامعة باتنة 1(الجزائر)
د. جمعة فرج شرف الدين، جامعة الإسكندرية-مصر	د.حازم مطر، جامعة حلوان(مصر)
.د.فوزي محمود اللافي الحسومي ، المعهد العالي للعلوم والتقنية (ليبيا)	د.إبراهيم عبد الطيف عبد المطلب خوجلي ، جامعة كسلا كلية التربية(السودان)
أد. توفيق برغوثي، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د. حسين شنينة ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)
أد. مختار حسيني ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د. شتاتحة أم الخير ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)
د. سميرة مراح ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)	د. سبع فاطمة الزهراء ، مركز البحثCRSIC))، (الجزائر)

د. عايسي عتيقة ، مركز البحث(CRSIC))، (الجزائر)	د. إكرام بن عيسى ، مركز البحث(CRSIC))،)الجزائر(
د.سعيدة خضران ، جامعة التكوين المتواصل ورقلة (الجزائر)	د.مكيكة مريم، جامعة الجيلالي اليابس- سيدي بلعباس(الجزائر)
د.زعادي محمد جلول، جامعة البويرة(الجزائر)	د. محفوظ عيس، جامعة البويرة(الجزائر)
أ.هنا محمد علي، الجامعة الإسلامية (لبنان)	د.محمد البشير مركان، جامعة تيسمسيلت(الجزائر)
Dr. Zaid Sawalmeh -University of Bordeaux- (France)	د.مضوي أبكر عبد الله أدم عثمان، جامعة الرباط الوطني(السودان)
د.حمادي عبد الفتاح ، جامعة محمد بوضياف المسيلة (الجزائر)	د.خديجة طوبال ، جامعة عمار ثليجي (الجزائر)
د.تواتي خضرون، جامعة عمار ثليجي (الجزائر)	د. مبارك شودار، (مركز البحث(CRSIC))،)الجزائر(
د.زغودي إيمان، المدرسة العليا للأساتذة الأغواط(الجزائر)	د.أحمد كعبوش، المركز الجامعي البيض(الجزائر)
د.أحمد كعبوش، المركز الجامعي البيض(الجزائر)	د. دايمي محمد، جامعة محمد بوضياف المسيلة (الجزائر)

ديباجة المؤتمر:

أتاحت العلوم والتقنيات المتناهية الصغر " Nano science and technology " الباب أمام تطبيقات متعددة ومتنوعة تشمل مختلف المجالات العلمية و الطبية والصناعية و الزراعية؛ تهتم هذه العلوم و التقنيات بأجسام ذات أبعاد نانومترية؛ تتميز بخواص ميكانيكية، كيميائية، إلكترونية وكهربائية جديدة، بحيث يعمل العلماء منذ قرون على تقنية النانو تكنولوجي ، ولكنهم كانوا عاجزين عن رؤيته بسبب صغر حجمه وعدم توافر الإمكانيات آن ذلك ولكن بعد القفزة النوعية التي شهدها التقدم التكنولوجي المتسارع ؛ أصبح بالإمكان استخدام تقنية النانو في العديد من المجالات (توصيل الدواء ،البصريات، مستحضرات التجميل، الأنسجة، تقليص استهلاك الطاقة، المحاصيل الزراعية، المنتوجات الغذائية، حاسوب كمومي....)؛ و بدأت تنتشر انتشاراً واسعاً وتلقى قبولاً كبيراً نظراً لجودتها ودقتها؛ و على الرغم من الايجابيات العديدة والمتعددة لتقنية النانو تكنولوجي "Nanotechnology " التي تساعدنا في تغيير حياتنا نحو الأفضل إلا أن العلماء لا زلوا يولون اهتمام كبير للبحث عن الآثار الجانبية لاستعمال تلك التقنية على حياة الإنسان و البيئة ؛ فتقنية النانو بسبب صغرها الشديد يمكن أن تسبب العديد من المشاكل الصحية نذكر منها : النفاذ إلى الجلد والرئتين والأجهزة الداخلية للجسم بكل سهولة و ظهور بعض الأورام الخبيثة للعلماء الذين يتعاملون معها بشكل مباشر؛ بالإضافة لخطورة المواد المصنعة باستخدام الأنابيب النووية فهي سهلة الدخول للجلد من خلال الاستنشاق بسبب طابعها المجهري، وفي حالة دخولها يصبح من الصعب التخلص منها ولم يتم استكشاف أي علاج طبي لها.

كما تجدر الإشارة إلى عدم وجود نصوص قانونية واضحة المعالم تحدد الأضرار الناتجة عن استعمال تقنية النانو بسبب اختلاف خصائص وحجم المواد النانوية واختلاف درجة سمية كل مادة.

إشكالية المؤتمر – :

الإشكالية التي يعالجها هذا المؤتمر هي-:

- ما هو واقع استخدام تقنية النانو تكنولوجي؟
- ماهي ايجابيات وسلبيات هذا الاستخدام؟
- ما هو موقف الفقه الإسلامي والقانون الوضعي من استخدامات تقنية النانو تكنولوجي؟

أهداف المؤتمر الدولي – :

- تسليط الضوء على استخدامات تقنية النانو تكنولوجي وفق مقاربة متعددة التخصصات.
- الاطلاع على أهم المستجدات التقنية الخاصة باستخدامات تقنية النانو تكنولوجي.
- إثراء الرصيد العلمي والمعرفي وطرح الأفكار وتبادل الآراء بخصوص التجارب الدولية المتعلقة بموضوع المؤتمر.

- بيان موقف الفقه الإسلامي والقانون الوضعي من استخدامات تقنية النانو تكنولوجي.
- فتح المجال لتبادل الخبرات والآراء بين أساتذة وطلبة الجامعات والمعاهد ذات الصلة بموضوع المؤتمر.

محاور المؤتمر الدولي– :

- **المحور الأول :** استخدام تقنية النانو تكنولوجي في المجال الطبي
- **المحور الثاني :** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في مجال الطيران
- **المحور الثالث:** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في مجال الطاقة
- **المحور الرابع :** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في مجال الصناعة
- **المحور الخامس** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في مجال البناء والإنشاءات
- **المحور السادس :** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في مجال الزراعة
- **المحور السابع :** استخدامات تقنية النانو تكنولوجي في حقل الفيزياء والكمياء
- **المحور الثامن:** موقف الفقه الإسلامي والقانون الوضعي من استخدامات تقنية النانو تكنولوجي(الإباحة – التحريم –التجريم...

فهرس المحتويات

الصفحة	عنوان المداخلة	الباحث
32-12	ضوابط استعمال تقنية النانو، بين محققات العلوم المادية، والحياة الشرعية	د. رحاب بن أحمد
68-33	فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانوتكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية	أد.محمدفائز محمد عادل أد.ياسين علي محمد المقلحي ط د. عبده محمد صالح أحمد عبد الكريم
80-69	تكنولوجيا النانو في الميدان العسكري والأمني	ط د. ياسر الصافي
96-81	تقنية النانو في المجال الطبي بين الضرورة العلاجية وقدسية الحماية القانونية للسلامة الجسدية للإنسان	د.فريد بلعيدي
112-97	ثورة تكنولوجيا النانو في الألفية الثالثة ومدى مساهمتها في عملية التقليل من إرتفاع حدوث الإصابات الرياضية	د. بن شريف ياسين أ د. عادل عاشور
124-113	تكنولوجيا النانو–مساءلة في المخاطروبحث في الاستراتيجيات الوقائية	د. رحماني مباركة
140-125	تكنولوجيا النانو حيوية فصل جديد في ميدان الثورة البيوتكنولوجية آفاق التلاقي ومنعرجات التقدم	د. سفيان عمران
152-141	تكنولوجيا النانو وتطورنظم الأمان والخصوصية	د.خديجة طوبال د.تواتي خضرون
166-153	فعالية تقنية النانوتكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية	د. كرم عبد المنعم حامد
182-167	استخدام النانوتكنولوجي في المجال الطبي.	د.بغدادلي وصال
198-183	المسؤولية المدنية عن استخدام تقنية النانو في الطب	أ. محمد الهبول
220-199	أحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية	د.جمعة فرج شرف الدين
232-221	الموقف البيوتيقي من تقنيات علم النانو	ط د. ليلى الحيمر
248-233	التفاعل الإبداعي : استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي عبرالتصميم السمعي البصري	*د.أسماء بللعج*

Dr.Madaci Wissal Dr.Hammadou née Mesdour Dr.Boufades Djamila	Synthèse et caractérisation de nanostructures de carbone à partir de condensat de gaz naturel par CVD	256-249
Dr.Asmaa Mohammed Heneter	Anti *Listeria monocytogenes* activities of some phenolic compounds and their efficiency by nanoscale delivery	282-257

ضوابط استعمال تقنية النانو، بين محققات العلوم المادية، والحياة الشرعية

Controls of usage Nanotechnology, between physical Science investigators, and legitimate life

د. رحاب بن أحمد
Dr.RIHAB BENAHMED
باحثة، مخبر المجتمع الجزائري المعاصر، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة محمد لمين دباغين، سطيف 2، سطيف / الجزائر
Algerian Contemporary Society Informant, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mohamed Lamine Dabagin Setif University/Algeria

الملخص:
تعد تقنية النانو من أهم الثورات التكنولوجية الحاصلة في عالم المادة، ورغم ذلك طبقت في ميادين الحياة المختلفة دون أن تحدد بمبادئ شرعية عالمية، إذ تعامل معها كل علم بمنظوره الخاص، أو باعتبارها تقنية حادثة في خضم التطور التقني، وتهدف هذه الورقة إلى المشاركة في وضع ضوابط عالميةمن شأنها أن تيسر البحث في علوم تقنيات النانو المتعددة وتطبيقاتها المتداولة، بواسطة تنسيق جملة من المبادئ الشرعية الإسلامية المعاصرة، ومن خلال رؤية قانونية فيما وفقت له النصوص الوضعية، وذلك من أجل الحفاظ على الإنسان ورفاهية عيشه وسلامة علمه كما ترضاه الطبيعة وسنن الحياة، فمن الأهمية بما كان أن يطرح موضوع تقنية النانو تكنولوجي لإحاطته معرفيا، عن طريق جملة من وسائل : الوصف ، الاستقراء التحليل، النقد، انطلاقا من السؤال: ماهي أهم الأحكام الإنسانية التي يمكن أن يقدمها النظر بمجهر العلم ويتبناها عند استخدامه لتقنية الصغائر حتى يتجاوز مشاكل العيش والطبيعة؟
الكلمات المفتاحية: تقنية النانو، أحكام فيزياء الصغائر، فقه تقنية النانو، قانون تقنية النانو، فلسفة تطبيقية.

Abstract:

Nanotechnology id one of the most important technological revolutions in the world of matter, despite this it has been applied in various fields of life without being determined by universal legal principles, as each science has dealt with from its own prespective, or as an emerging technology in the midst of technical development, this paper aims to participates of nano global controls that would facilitate research into the science and applications of nanotechnologies, by coordinating a det of Islamic principles and through a legal vision in accordance with the positive texts, in order to preserve hunan and the well being of his life and the integrity of his science as satisfied by nature and law of life, approve of it the importantce is that the topic be presented in order to cover it congntively, through means: Description, Extrapolation, Analysis, and Criticism, based on the question: what are the most important human provisions that looking through microscope ofscience canprovide and and adopt when using the microscope of science can provide and adopt when using the micro technology in order to overcome the problems of life and nature?

Keywords: Nanotechnology, provisions of Quantum physics, Nanotechnology Jurisprudence, Nanotechnoligy law, Applied Philosophy.

مقدمة:

تعتبر تقنية النانو" Nanotechnology "من أهم التقنيات المستعملة في واقع الإنسان المعاصر، واستشراف المستقبل المسترسل، ولأنها في تحققها نتاج أجيال علمية من البحث واستخدام الآلة في مختلف مجالات الحياة، وجب أن تحضا بالتقييم والتشريع خاصة وأن تصور مقياس النانو قد غير من معالم العيش ومصوغاته الطبيعية، ويظهر ذلك واضحا في ميادين الطب والصحة وأصناف الغذاء والتفاعل مع المحيط، فهي عن اعتبارها مصطلحا علما وتقنية متطورة تحتاج إلى إضاءة تنظيمية حتى يسطع الإنسان من تنوير طرق استعمالها بغير أن يجحف في حقوقه أو واجباته اتجاه الطبيعة والعلم والحضارة عموما، وذلك عن طريق تنسيق جملة من المبادئ السامية التي يفرضها العقل الأعلى والمنهج الأسلم والأنفع.

ولهذا فقد اعتمدنا على تصور الشريعة الإسلامية لتقنية النانو من خلال فقه النوازل الراهن في مرحلته التوقع ، وما وافقه من نصوص منطقية وقانونية وثقتها المنظمات الدولية الأخلاقية والقانونية عالميا، من أجل معالجة أهم التجاوزات العلمية التي سلكتها هذه تقنية، فهي بالدرجة الأولى منصبّة على الفاعلية الفيزيائية، وما اتصل بها من مسائل الإنسان وتقلبات المادة الطبيعية والصناعية، على أساس أن علوم النانو في وجهتها الفيزيائية أكثر ارتباطا بعلوم الحياة وما يحكمها من قواعد علمية وعملية، هذا من جهة، ومن ناحية أخرى لأن مسائل الفيزياء هي أكثر الظواهر التي تنعكس على مسائل الباطن والأخلاق وما يشرعها من قيم دينية وإنسانية، وكسبب ثالث يمكن الإشارة إلى أن تِقَنية النانو أدت إلى الكثير من الآثار العملية التي كان من شأنها تحريك عجلة البحث العلميْ وتداعيات الفكر المتفاوتة، حيث أهدف من خلال هذه الدراسة إلى تحديد تطبيقات النانو تكنولوجي وفق مبادئ شرعية قويمة تستأهل التعميم والشمول، وقد استعملت في ذلك وسائل منهجية متعددة أهمها من: الوصف، الاستقراء، التحليل، والنقد.

علما أن الكثير من البحوث قد تناولت موضوع تِقَنِية النانو بالدراسة خلال العقود الأخيرة مثل الذي قدمه العالم الفلسطيني منير نايفة، إلا أن التفقه في آفاق هذه التكنولوجيا وخاصة من منظور الشرع الإسلامي كان ضئيلا ويتطلب عمقا وبرهانا يتيح له أن يحاور مختلف الفئات والمجتمعات العلمية.

يُحَكّم هذا البحث عناصره انطلاقا من السؤال عن: ما هي أهم المبادئ الشرعية التي يمكن أن يؤصلها الإنسان من خلال النظر بمجهر العلم المتعدد، ويتبناها عند استخدامه لتقنية الصغائر حتى يتجاوز مشاكل الحياة والطبيعة ؟ ونفترض لذلك بواسطة فقه المآلات القائم على الواقع الراهن، وما سلم به من مواثيق قانونية في العالم القديم والحديث، أن الإنسان وفي كل خطواته المعيشية أو العلمية يجب أن يضبط تعامله وأهدافه المنتظرة حتى ينعم ببقاء آمن وأصيل.

حيث تصنف عناصر البحث إلى:

- مقدمة
- أولا: مفهوم تقنية النانو تكنولوجي :

1) النانو علم وتقنية
2) المواد النانوية : خصائصها، مبادئها، وطرق تصنيعها

- ثانيا: كرونولوجيا البحث في تقنية النانو تكنولوجي
- ثالثا: ميادين تطبيق تقنية النانو تكنولوجي:

1) تطبيق تقنية النانو في حقل البيوطب
2) الأمن الغذائي من منظور تقنية النانو
3) تقنية النانو وحماية البيئة:
4) تقنية النانو في ميدان الصناعة

- رابعا: مشروع أخلاقية تقنية النانو تكنولوجي:

1) مفهوم البيوإيثيقا
2) نحو بيوإيثيقا عامة من أجل تنظيم بحوث تقنية النانو

- خامسا: فقه استخدام تقنية النانو تكنولوجي

1) مبادئ قياس شرعية تقنية النانو تكنولوجي
2) ماهية تقنية النانو ومصادرها من منظور الأصول الكلية

- سادسا: مواثيق قانونية لشرعية تقنية الصغائر
- خاتمة
- قائمة المراجع

أولا: مفهوم تقنية النانو تكنولوجي:

1. النانو علم وتقنية:

اشتق مصطلح "نانو" Nano " من الكلمة الإغريقية "نانوس" "Nanos التي تعني القزم، والحجم صغير، فالنانو في أصله وحدة قياس رياضية تساوي جزء واحد من المليار، أي 1 نانو متر يساوي جزء واحد فقط من مليار جزء من المتر، ما يماثل طول خمس ذرات متتالية، وتقدر لذلك واحدا من ثمانين ألفا من قطر شعرة واحدة، ومن الأشياء التي تم قياسها بمقاس علوم النانو: قطر خلية الدم الواحدة حيث يبلغ نحو 7000 نانو متر، كما يقارب قطر جزيء حمض" DNA" رقم 2نانو متر و 2.5 نانو متر، ويوازي قطر جزيء الماء مقدار 0,3 نانو متر، في المقابل يساوي سمك صفحة من الورق مئة ألف نانو متر، (رافد أحمد، 2014، صفحة 23) ، و لهذا تطلق كلمة "النانو" اليوم على العلوم النانو مترية أو التقنيات الدقيقة، حيث تندرج تكنولوجيا النانو ضمن الميادين التطبيقية المختلفة وتنظر كل منها إلى تطبيقاتها من منظار علومها الخاصة، فتعرف على العموم بأنها التكنولوجيا المتقدمة القائمة على تفعيل المواد الفيزيائية، والتحكم في بنيتها الداخلية عن طريق إعادة تركيب وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها، من أجل استخلاص مواد نانوية جديدة يمكن استعمالها بمثابة منتجات متميزة وفريدة توظف في ميادين متعددة، وعلى إثر ذلك يمكن الجزم بأنه لا يوجد تعريف موحد لعلم وتقنية النانو، في جين عرف علم النانو "Nano Science " بأنه ذلك الفرع من العلوم الطبيعية، الذي يهتم بدراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية المرتبطة بتغيير أحجام المواد في مقاس النانو، عن بعد أو بعدين أو جميع الأبعاد، بحيث يكون أحد أبعاد المادة على الأقل في المدى من 1 إلى 100 نانو متر مع جميع الظواهر المرتبطة بها والناشئة عن تصغير أحجامها، وتوصف التكنولوجيا الناتجة عنه بدور تقنية بناء المادة و تركيبها انطلاقا من الذرة الواحدة، عن طريق رصها مع غيرها من الذرات حتى تتمكن من تشييد صناعة غاية في الدقة، هذا و توسم تقنية النانو أيضا" بتقنية الصغائر أو تقنية الجسيمات المتناهية في الصغر. (سلامة، 2009، صفحة 17) .

2. المواد النانوية : خصائصها، مبادئها، وطرق تصنيعها:

يعد عالم النانو الخط الدقيق بين عالم الجزيئات وعالم المايكروفيزياء، علما أن واقع المايكرو أكبر من مقاس النانو ب 1000 مرة، فهو يساوي واحد من المليون، وبذلك يمكن تعريف المواد النانوية " Nano materials " بأنها فئة متميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها، إذ يؤدي صغر أحجامها ومقاييسها إلى أن تملك سمكا مغايرا عن المواد التقليدية الكبيرة ويزيد لذلك أبعادها عن 100 نانو متر، فقد تتوافر بها صفات وخصائص شديدة التميز لا يمكن أن توجد مجتمعة في المواد ذات الحجم الكبير، لهذا تتنوع المواد النانوية من ناحية المصدر، فتختلف باختلاف انتسابها، كأن تكون مواد عضوية أو غير عضوية، أو مواد طبيعية أو مصنعة، وتعد جميع أنواع المواد الهندسية المعروفة مثل العناصر الفلزية، وسبائكها "Metal Alloy and"، الأكاسيد والمعادن"Minerals' and Oxides " بمثابة مواد أولية تعتمد عليها تكنولوجيا النانو في تحضير وإنتاج المواد والأجهزة النانوية، فتقع المواد النانومترية في شكل ثلاثة أصناف، وتكون صورتها الأولى أحادية البعد " dimensional one" لأنها تمثل جميع المواد التي يقل أحد مقاييس أبعادها عن 100 نانو متر، ومن أمثلة هذه المواد الرقائق والأغشية "thin layers and"، حال المواد النانوية الموظفة في: طلاء أسطح المنتجات الفلزية بغرض حمايتها من التلف" Nano coating surface "، في حين أن صورتها الثانية وهي ثنائية البعد " two dimensional"، يقل مقاس موادها ببعدين عن 100 نانو متر، ويظهر ذلك النوع في الأنابيب والأسطوانات النانوية "Nano tubes " مثل: أنابيب الكربون النانوية "Nano tubes carbon" الألياف النانوية "Nano fibers"، في حين تكون الصورة الثالثة ثلاثية الأبعاد "three dimensional" فهي تتجسد في كريات نانوية الأبعاد "spheres" ، مثل: الحبيبات النانوية " Nano particles" وكذلك مساحة الفلزات، والمواد السيراميكية فائقة النعومة" Powders ultrafine "، علما أن هذه الفئة تتصدر الإنتاج العالميّ من المواد النانوية نظرا لاستخداماتها المتعددة . (الاسكندراني، 2010، صفحة 69، 70) ، ويمكن الحصول على الأجسام المتناهية في الصغر على أشكال مختلفة، مثل جزيئات وألياف أو قنوات تسمى شحنة أو ثقوبة، لأنها تمثل طبقات رقيقة ، إذ يمكن تصنيف هذه المواد إلى ثلاث فئات:

أ. المواد المقواة والمشحونة بالمواد المتناهية في الصغر: " Reinforced materially "
ب. المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في السطح: "Structured in surface "
ج. المواد المتناهية في الصغر المهيكلة في الحجم: "Structured in Size "

وقد حقق العلم بأن المواد النانوية تحيط بالإنسان من كل جانب فأجسام البشر، وأجسام جميع الكائنات الحية الأخرى تستخدم كمية من المواد الطبيعية بمقياس النانو، مثل البروتينات والجزيئات التي تتحكم في كثير من أنظمة وعمليات جسم الإنسان: مثل البروتين المنمذج، الهيموغلوبين الذي يحمل الأكسجين في الدم والذي يبلغ قطره خمسة نانو متر تقريبا، وفي الأدخنة المتصاعدة من مواد السيارات، ومن المصانع أو الرماد البركاني، ورذاذ البحر... (صالح، 2015، صفحة 41، 56) ولهذا فإن المواد النانوية تحمل خصائص مختلفة، أو بالأحرى هي تتفرق عن غيرها من المواد في الحجم الكبير فيما يعرف با:

أ.الخصائص الفيزيائية: فبعض الجسيمات النانوية صلبة عالية مع قلة وزنها.

ب. الخصائص الكيميائية: تكون الجسيمات النانوية متجانسة في حجمها الخاص مما يزيد من فاعليتها.

ت. الخصائص الكهربائية: يمكن التحكم بالطاقة الكامنة في الألياف النانوية عن طريق التحكم بحجمها وطبيعتها الكيميائية .

ث.الخصائص الحرارية: كلما قل حجم جزيء النانو، قلت درجة حرارة ذوبانه.

ج. الخصائص المغنطيسية: كلما صغر حجم جسيمات النانو زادت نسبة مغنطيسيتها .

ح. الخصائص الضوئية: إذا كان حجم جزيء النانو أقل من طول الأمواج الخارجة عن الضوء فإن الجسم يصبح شفافا (الحبشي، 2011، صفحة 25)، ولقد تحددت مبادئ تقنية النانو على أساس مميزاتها وهي تمثل في شكل موجز:

1. العمل على إعادة ترتيبها حتى تمكن من إعادة هيكلة أي مادة ممكنة.
2. التركيز على الذرات المفردة ، لأنها تضمن إعادة ترتيب المادة بغرض انجاز المواد المختلفة، لأن الذرة هي وحدة التشكل الأولى للمواد .
3. العمل في تقنية النانو على التحكم في طرق صنع المواد، والآلات وتنقيتها من الشوائب، وتخليصها من العيوب لتصبح خصائص المادة أقوى وأقل استهلاكا للطاقة.
4. تعتمد تقنية النانو على الأبحاث العلمية الدقيقة من حيث التطبيق في الاختراعات والاستخدامات المفيدة، وهو الدافع الذي حول الخيال العلمي إلى واقع حقيقي.

هذا و يمكن تصنييع المواد النانوية بطرق كثيرة، صنفت إلى نوعين أساسيين:

أولا: طريقة من الأسفل إلى الأعلى "Button –up" ويتم فيها تصنيع المادة النانوية انطلاقا من ذرات وجزيئات يمكن ترتيبها من أجل الوصول إلى الحجم المطلوب، حيث تصنع من خلال طرق كيميائية، تتميز المواد فيها المنتجة بصغر حجمها، وتحصل روابط قوية من المواد المنتجة، علما أنه يوجد العديد من التقنيات في كلتا الطريقتين ومنها: التبريد السريع، الكيمياء العذبة ،القوس الكهربائي. (صالح، 2015، صفحة 41، 59، 60)

ثانيا: طريقة من الأعلى إلى الأسفل " Top down " يتم فيها كسر المادة الكبيرة شيئا فشيئا إلى غاية الوصول إلى حجم النانو، وتستخدم فيها عدة تقنيات من قبيل: الحفر الضوئي، القطع، الطحن، التفتيت، حيث تستعمل هذه التقنيات في الحصول على مركبات مجهرية كشرائح الحاسب وغيرها.

ثانيا: كرونولوجيا البحث في تقنية النانو تكنولوجي:

نشر روبيرت بويل" Boyle Robert" بحثا سنة1661 م، يرى فيه أن المادة تتكون من أجزاء صغيرة " Clusters" يمكن إعادة ترتيبها بطرق مختلفة حتى تنتج ما يعرف بالجسيمات، ويعتبر العالم مايكل فراداي "fraday Michal " أحد العلماء الأوائل الذين كتبوا تقريرا عن كيفية إيجاد جزيئات الذهب الغروية سنة 1857م. (lassagne & debroise, 2010, p. 36)

يعد ما قدمه عالم الفيزياء الأمريكي ريتشارد فينمان"Richard Fynman" (1918_ 1988 م)من بحوث تمهيدا نظريا لعلوم وتقنيات النانو تكنولوجي، حيث نظر لدرس بعنوان: " يوجد الكثير من الغرف في الأسفل".. وصف فيه حقلا لم تتطرق إليه سوى القليل من الأبحاث، ولم يفكر فيه الكثير من الباحثين، فقدم فكرة مفادها أن حساب ومراقبة الأشياء على سلم في منتهى الصغر، يسمح ببناء وتكوين الجزيئات الصغيرة ببطء"، وقد تنبأ فينمان بأن العلماء سوف يتمكنون يوما من صناعة أدوات متناهية الصغر في حجم ذرات التراب ثم يستخدمونها في صنع معدات أصغر وأثقل (Williams and Adams, 2006, p. 11)

بعد أن أنتجت تقنية التصوير الفوتوغرافي التي كانت معروفة في القرنين الثامن والتاسع عشر ميلادي، اعتمدت هذه الأخيرة في إنتاج أفلام التصوير، وأغشية مصنوعة من جسيمات نانوية حساسة اتجاه الضوء، وقد تم أخذ صورة ثلاثية الأبعاد عنها بمجرد أن قام العالم الروسي "فالديميز ينغو ويريكان "Valdemez Weerikan " بضبط المجهر الإلكتروني سنة 1942 م، وفتح أبواب عالم الصغائر37 p. 2010, debroise, & (lassagne ، (38

طور جوستاف ماي" Mie Gustavo" ما يعرف بمسحوق المعدن النانوي " Metallic nano powders "، سنة 1960م واستخدمه في شرائط تسجيل المغناطيس ، وفي السنة نفسها استطاع وليام ماكلان"William McClellan " محاكاة ما يسمى بمحرك البروتين"Protein Motor " الموجود داخل أغلب الكائنات الحية علما أن قطره يبلغ 500 نانو متر. (صالح، 2015، صفحة 50)

في سنة 1969م اقترح عالم الفيزياء الياباني ليو ايساكي " Liu Isaki " تصنيع تراكيب نانوية من مواد شبه ناقلة وكذلك تم تصنيع شبكات شبه ناقلة متناهية في الصغر، واقتسم جائزة نوبل مع عالمين آخرين سنة 1973 م، لاكتشافهم ظاهرة إلكترون النفق. انفجرت ثورة القرن الحادي والعشرين التي لقبها العالم الياباني، نوريوتا تانكشي"Norio taniguchi " بلقب تكنولوجيا النانو "Nanotechnology" سنة 1974 م ليصنف طرق ووسائل تصنيع، وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية، وكهربائية متناهية في الصغر، تعمد إلى إعادة التعامل مع ميادين الطب، والأدوية والصناعة، والزراعة، والهندسة، والاتصالات، والدفاع والفضاء، وغيرها.

وفي سنة 1976 م استحدث الفيزيائي الفلسطيني " منير نايفة " طريقة ليزرية تسمى "التأين الرنيني" لكشف الذرات المنفردة وقياسها بأعلى مستويات الدقة والتحكم ورصد بها ذرة واحدة من بين ملايين الذرات وكشف هويتها لأول مرة، ليتوالى إنجاز الكثير من البحوث والتطبيقات التقنية في عالم النانو وفق معايير متعددة. (الاسكندراني، 2010، صفحة 24، 28)

وفي سنة 1981م اخترع العالمان جيرديم بينغ" Gerdim Ping " وهينيريك روهر "Henrik Roher "جهاز الميكروسوب النفقي الماسح، وهو يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو، وهو يعتبر الإنجاز الذي زاد من البحوث المتعمقة في تصنيع ودراسة التراكيب النانوية للعديد من المواد (رافد أحمد، 2014، صفحة 12) لتتابع بعدها الأبحاث النانوية، حيث صنعت اليابان أنابيب الكربون النانوية عام 1991 م، وتم استعمال جهاز المعالج النانومتري لاستشعار الجزيئات المتناهية في الصغر،.. (سلامة، 2009، صفحة 12) وفي السنة نفسها استطاع البروفيسور إرك دريكسلر " Derxler Eric" من نشر أول ورقة بحثية في موضوع ينظر لتطبيقات النانو تكنولوجي بعد جهد معملي و بحث متواصل استمر لأربع سنوات متواصلة، حيث ألف سنة 1986 م كتابا أسماه محركات التكوين "Engines of creation " وبسط فيه الأفكار الأساسية لتقنية النانو تكنولوجي. (الحبشي، 2011، صفحة 12)

وفي سنة 2003 م تم التحكم في تقنية النانو وعرفت خصائص عالم النانو ، ثم بدأت في عام 2004 م مرحلة التطبيقات الصناعية لهذه التقنية، مثل استخدام المواد النانوية في صناعة المطاط الماليزي، وسيارات النانو الجزيئية من مجموعة جيمس نور، وعلى إثرها ضبط السلم النانومتري في مختلف مخابر الهندسة الإلكترونية، لتكون بذلك تقنية الجيل الخامس لعالم الالكترونات . (lassagne & debroise, 2010, p. 43)

ثالثا: ميادين تطبيق تقنية النانو تكنولوجي:

1. تطبيق تقنية النانو في حقل البيوطب:

يعتبر طب النانو من أهم تطبيقات التكنولوجيا المعاصرة، ولأن المفهوم الذي تعتمد عليه هذه التقنية هو إعادة هيكلة وترتيب الذرات، يؤدي استخدامها إلى الكثير من الأهداف بيوطبية، مثل زيادة فاعلية الأدوية بسبب صغر حجمها، وخاصة على مستوى الخلية الحية، إذ يسمح وزنها من تجاوز الحواجز الحيوية، الأمر الذي يمكن من معالجة الأمراض عن طريق ربطها بالأدوية المناسبة في شكل جسيمات نانوية عن طريق مسحوق النانو، وهو عبارة عن مركب نانو متري يقوم

بتوصيل مختلف الأدوية إلى العضوية، فيستعمل بمثابة حامل يشفي الأمراض ، هذا وقد اتجه العلماء إلى تصنيع إبرة يمكن حقنها في جسم الإنسان غرض تعقيم الخلايا المصابة جراء استخدام العقارات الطبية، من غير تعريض الخلايا السليمة للتلف. (عوف، 2013)

إلى جانب ذلك تستعمل الأسلاك النانوية للمجسمات الحيوية متناهية الصغر في اكتشاف عدد من الأمراض في مراحلها الأولى، فيتم طلاء هذه الأسلاك النانوية بأجسام مضادة مصنعة تلتصق فقط بجزيئات حيوية مثل" DNA" أو "البروتينات"... و غيرها من الأجزاء، عن طريق إدخال أعداد كبيرة منها إلى الجسم، أما مولدات النانو الحيوية فتقوم بمهمة توليد الكهرباء من السكر البسيط في الدم، حتى تشغل أجهزة نانوية لها دور فعال: كضبط النبض، وحقن الأنسولين... ، وتسعى إلى عمل روبوتات نانوية يمكن إرسالها إلى تيار الدم، لتقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين دون عمليات أو تدخل الجراحة، وفي من خلالها يكون بمقدور الطبيب في أي قرية نائية من العالم الثالث وضع أخلاط المريض في رقيقة نانوية، ليكتمل الفحص الطبي في دقائق معدودة. (سلامة، 2009، صفحة 76، 77)

وإضافة إلى السابق تعتني تكنولوجيا النانو الحيوية، بدراسة المواد الكيميائية المكونة للخلايا الحية دراسة دقيقة من أجل التعرف على مكوناتها، والقدرة على تحضيرها معمليا، ويتضح أنه يمكن للتكنولوجيا المتقدمة تحقيق فتوحات علمية في مجالات معقدة مثل حقل علم الأحياء الجزيئي، وما أفاد به حول فك الشفرة الجينية التي ظلت لغزا محيرا لعقود من الزمن. (الاسكندراني، 2010، صفحة 186) .

وقد كان طب التحسين من أهم ميادين تقنية النانو الطبية، حيث حاول العلماء بواسطتها التخلص من الشيخوخة البيولوجية، واستخدمت أدوية دقيقة لمختلف الأجسام من أجل تحسين حياتها عن طريق روبوتات نانوية تزيد من متوسط العمر، وتساعد على تجميل شكل الوجه والجسم، ومن جهة أخرى وفرت طرق تشخيص فعالة تبيد أسباب الضعف الحيوي، عن طريق تتبع استجابة الأعضاء المعالجة والتحكم في جرعات العلاج على فترات زمنية محددة. (frertas, 2004, p. 78)

2. الأمن الغذائي مطلب تقنية النانو:

لا شك في أن الحالة الصحية العامة لأي فرد ترتبط ارتباطا مباشرا وغير مباشر مع ما يتناوله من غذاء، وعليه فإن موضوع الغذاء يعد من أهم موضوعات العصر التي تعتمد فيها على تكنولوجيا النانو والتطبيقات الصحية، إذ تمتلك تكنولوجيا النانو المتقدمة أغلب الأدوات والقدرات التي تمكنها من حل قضايا عميقة في توفير الأمن الغذائي، عن طريق تغيير وتطوير التكنولوجيات القديمة والمستخدمة في قطاع الزراعة، مثل تحسين خصوبة التربة الزراعية، ورفع قدرتها على إنتاج المحاصيل والحبوب المختلفة، إلى جانب تحسين منتجات الصناعة الغذائية ورفع قيمتها وجودتها، ولهذا صنفت من أفضل التطبيقات الحديثة التي تختص بميدان الرعاية الصحية للإنسان وحمايته من الأمراض الناجمة عن عشوائية تناول الطعام، حيث توفر حمية صحية لمختلف الأمراض. (الاسكندراني، 2010، صفحة 213، 214)

وفي الميدان نفسه، قامت التطورات العملية الحديثة بواسطة استخدام الأشعة في إطالة حفظ الأغذية حيث أدلت تقنيات النانو بتطبيقاتها المختلفة مثل: الكبسولات التي كان هدفها تنشيط نكهة الأغذية، وصهر مادة الأستيرويدات النباتية لاستبدال كلسترول البروتين بأنابيب وجزيئات النانو، كحال الجيلاتين المستعمل في إزالة الكيمياويات. (صالح، 2015، صفحة 144)

ولقد استعملت تقنية النانو جملة من التطبيقات بالنظر إلى عبوات حفظ الأغذية، ومن بينها إيجاد أغلفة مزودة بجزيئات نانوية مضادة للميكروبات، وفطريات تستخلص من معادن الفضة، والصلصال... فعلى سبيل المثال تنتج معامل الكيمياء مادة "لايكوبين النانوية"، وهي نوع من أصباغ الكاروتبينيدات التي تدخل كمادة مضافة في تصنيع عصائر الفواكه والأجبان، علما أنها مواد مضادة للأكسدة تتحول في الجسم إلى فيتامين "A " بعد امتصاصها بتفعيل تقنية النانو في صورة تبقى معها الأطعمة طازجة لمدة أطول، ومن أهم فوائد تقنية النانو أيضا، أنها تزيد الجودة والوفرة الحيوية للمواد الغذائية (سلامة، 2009، صفحة 142)

3. تقنية النانو وحماية البيئة:

يعد موضوع البيئة موضوعا معقدًا بسبب الأعداد الضخمة التي يحملها من العوامل والمؤثرات الوسطية، لهذا يعد مجال حمايتها من أهم الميادين التطبيقية التي يمنحها الإنسان اهتماما كبيرا في البحوث عموما وتكنولوجيا النانو خصوصا، وذلك لشدة اتصالها بصحة الإنسان وظروفه الأساسية (الاسكندراني، 2010، صفحة 228)، فتقنية النانو قد ساهمت بتغيير جذري في تحسين وتطوير معيشة الإنسان، وذلك عن طريق تطوير وسائل حماية صحته وضمان راحته في كل الجوانب، ومنه تعتبر مراقبة المحيطات من أشهر الأمثلة التي عملت تقنية الصغائر على تطويرها، إذ أقيمت شبكة نانوية من أجهزة الاستشعار الزلزالية، وتوجد حاليا أجهزة تتيح إمكانية التنبؤ بأمواج تسونامي، وذلك من خلال تعميم هذه التقنية، بالإضافة إلى إنشاء شبكة من المجسمات المستعملة لرصد الرطوبة والجفاف وبعض البيانات الخاصة بالغلاف الجوي، حيث تقدر على التنبؤ بأحوال الطقس ، للاحتياط وتجنب الخسائر المادية وخاصة البشرية، فبفضل هذه التقنية يمكن التصرف اتجاهها بكيفيات مرنة تدرأ الضرر، هذا وتقدم تقنية النانو كواشف ذات حساسية عالية الدقة، تستطيع اكتشاف أي تلوث في الهواء، ومعرفة طبيعة الأبخرة المحتملة بواسطة استخدام أنابيب النانو الكربونية" CNTS " أو جسيمات البالديوم التي تتغير خواصها الكهربائية عند تلوثها.

أما من ناحية تنقية المياه، فقد قدمت تقنية النانو من خلال استخدام الجسيمات النانوية وأنابيب الكربون طرقا فعالة في عمليات تحلية وتنقية الماء مما جعل الحصول على مياه صالحة للشرب في الدول الفقيرة أمرا متاحا، إضافة إلى استعمال جسيمات الفضة في مرشحات الهواء للتخلص من الروائح غير المرغوبة، وقتل الجراثيم الموجودة في مصادر المياه. (صالح، 2015، صفحة 176، 179)

4. تقنية النانو في مجال الصناعة:

انتشر استخدام تقنية النانو في ميدان الالكترونات وصناعة المقتنيات المعيشية مثل الثياب ووسائل التنقل، وذلك أحدث انقلابا كبيرا في صناعة الأجهزة المختلفة من حيث تحسين المواصفات وتقليل التكلفة وتصغير المساحة الاستهلاك للطاقة، ففي الأساس قد تم تصنيع ترتترستوريا بأبعاد (كل واحد منهم أقل من 50 نانو متر) وهي بمثابة مقوم أساسي لمختلف الصناعات الالكترونية (رافد أحمد، 2014، صفحة 70، 71) ، وفي الوقت نفسه هي تشغل دور الصمامات المفرقة، على تنظيم تدفق التيار في الدارات الكهربائية، إذ تدخل الترازستورات كمكونات رئيسية في بناء دوائر الأجهزة الإلكترونية (الحاسب الآلي، وسائل الإيداع. وغيرها..)، وتمكن من توصيل المواد وفقا لقدراتها على تمرير التيار الكهربائي إلى مواصلات مثل فلذات النحاس والألمنيوم وأنابيب الكربون والأسلاك المصغرة (الاسكندراني، 2010، صفحة 244، 245) وذلك بناء على وجود الالكترونيات الحرة وكثافتها الحجمية في الطبيعة الخارجية، ومن جهة أخرى تعد تكنولوجيا المعلومات من أكثر المنتجات الاستهلاكية تأثرا بتطورات تقنية النانو، لأنها أثرت في تصنيع الأجزاء والأنظمة الإلكترونية التي المعتمدة في مجالاتها المتكثرة، حيث ظهر هذا التأثير في تطبيقات معالجة البيانات ونقلها، وفي ميدان الاتصالات والكمبيوتر كان تصنيع ألياف

نانوية بصرية قادرة على إرسال المعلومات والمكالمات مباشرة دون الحاجة إلى تحويلها، وبالتالي زادت سرعة التنقل إلى 10 أضعاف عن منسوبها المتداول.

وقد استعملت بلورات النانو كمواد عازلة تطلي سطوح المباني والمكاتب ومختلف المجسمات للتخفيف من الحرارة، الاصطدام ، والتلوث، (الصالحي و الضويان، 2008، صفحة 38، 39) حيث ظهرت بعض التطبيقات العسكرية النانوية ومن أهمها الخاصة بالعتاد والوقود، الطعام، واللباس، وطرق دعم اللوجستي الأكثر ذكاء وكفاءة، فقد صنع منظومات نانوية هجومية، ولها شكل وحجم حشرة اعتيادية تطير في الأجواء مثلما لها القدرة على مطاردة الخصم ومتابعته ، (صالح، تقنية النانو وعصر علمي جديد، 2015، صفحة 67) ومن التطبيقات التي لها علاقة بالأمن، حدث تكوين حساسات تعتمد على حبيبات النانو في استشعار الموجات تحت الحمراء، وتبلغ حساسيتها أكثر من عشرة أضعاف عن المتداولة، إذ استخدمت بمثابة مواد ماصة للصدمات والرصاص، وبالنسبة لتطوير كل ما يتعلق بالطائرات، ووسائل النقل سواء تعلق الأمر بمحركات أو مجسمات أساطيلها مثل الطائرات المقاتلة، جاءت تقنية النانو لفتح آفاقا جديدة للباحثين حول سيارات وروبوتات دقيقة يمكنها عبور آلاف الأمتار وأداء العديد من المهمات الصعبة. (المهنا، 2007، صفحة 10)

رابعا: مشروع أخلاقية تقنية النانو تكنولوجيا:

1. **مفهوم البيو إيثيقا:**

تعتبر لفظة البيوإيثيقا مصطلحا معربا لكلمتين أعجميتين هما : "Bios " بمعنى الحياة، و"Etikhos " الذي يعني الأخلاق، وهما في مجموعهما المتداول: "Bioethics" حين أعادت العلاقة بين العلم والأخلاق، بعد أن عارضت الانفصال الحاصل زمن حداثة العلم وأفول القيم. هذا وقد ظهرت البيوإيثيقا سبعينات القرن المنصرم في الولايات المتحدة الأمريكية، بعد الحرب العالمية الثانية وانتهاء المشاكل الإنسانية التي اختبرت صبر فترة العصر التاسع عشر، فقد جاء الطبيب الأمريكي فان روسلر بوتر"Van. Rensseler. Potter " بمصطلح "Bioethics" من أجل بناء حقل جديد ضمن مبحث الأخلاق المتعارف عليه، الأمر الذي أثار حفيظة العلم نحو التماس مبادئ إنسانية تضبط صيرورته الخطيرة مقابل غياب المعايير الأصيلة في الحياة، في ما أسماه بعلم البقاء، القائم عن طريق المبادئ الأخلاقية التي اعتبرها جسرا إلى تحقيق مستقبل أفضل.

ومن ثم فقد اتجه سؤال الإيثيقا من الطرح الكلاسيكي الذي يناقش ينبغية الأفعال القاصدة لتزكية الإنسان، إلى أبجدية معاييرها في ظروف معملية خاصة تهدف إلى التغيير، مثل أمل الطبيب، و تمويه سلوك المريض بما يوافق واقع صحته ووسائل العيش الممكن، حيث بلغت في نظم تعريفاتها ما وصفه دافيد روي " David J. Roy " : أن البيوإيثيقا دراسة متعددة التخصصات لمجموعة الشروط التي تقتضيها إدارة مسئولة عن حياة الإنسان، في إطار أنواع التقدم السريع والمعقد للمعرفة وتقنيات العصر في مجال الطب والحياة عموما، (بوحناش، 2017، صفحة 153، 158) .

لقد مر الفكر البيوإيثيقي بثلاثة مراحل معتبرة ، بداية من المرحلة التمهيدية، أو ما يعرف بمرحلة ما قبل البيوإيثيقا التي تأصلت مع وصايا قسم مهنة الطب عند أبوقراط في الفترة اليونانية، وما أعقبه من فترات زمنية هيمنت فيه السلطة الأبوية للطب على مجرى أفعال العلاج والصحة، إضافة إلى المرحلة البيوإيثيقية الأولى المسيرة وفق الأخلاق اللاهوتية، وقد تحددت هذه المرحلة مع مؤسس مبحث البيوإيثيقا فان بوتر سنة: (1971،1970م) كما ذكر سابقا، حيث شهدت فيها معاييرها خاصية الشمولة، واتصلت أفكارها مع البيئة ومظاهر الحياة المتعددة، بعد أن أكدت عليها اللجان الأخلاقية من خلال خطاب أخلاقيْ متجدد تتواضع عليه أطر القانون والنظم الرائدة في ثقافة المجتمعات العالمية، رغم ما عرفه الفكر في ذلك الوقت من صراع حاد شنه الفلاسفة ورجال القانون على رجال الدين من أجل تطبيع البيوإيثيقا بمعالم العلمانية.

أما المرحلة الثالثة من الفكر البيوإيثيقي فهي مرحلة البيوإيثيقا العلمانية التي اكتسحها فكرا الفلسفة والقانون، وتولى سيرها نخبة حديثة من العلماء، اهتموا بالقضايا الطبية الأولى، إلى جانب سياسة تسييس الموارد الصحية، والاقتصاد الحيوي، و قد ألغي فيها الاهتمام بالمبادئ الدينية والأخلاقية، رغم الأطر القانونية المحيطة.

دق ناقوس التحذير في المرحلة الراهنة للتمسك بالقيم والتشبث بكل نداءات الروح، والرجوع بمركبة البيوإيثيقا إلى أهدافها الأولى، فطرحت البيوإيثيقا رهانا مترامي الأبعاد: أخلاقيا بالدرجة الأولى فلسفيا، علميا، لاهوتيا، حقوقيا، وقانونيا يقصد إلى وحدة القيم عن طريق صنع فكر متكامل، للنهوض بإنسانية الإنسان والحفاظ على حياته، من غير إهمال لجوانب التطور العلموتكنولوجي. (بوفتاس، 2017، صفحة 8، 13)

إذن يقوم فكر البيوإيثيقا على جملة من المبادئ الإنسانية التي كان من شأنها أن تخطط للفكر التطبيقي المعاصر وهي تتمثل في:

أ.مبدأ احترام الحياة: يقر هذا المبدأ بضرورة احترام المشاركين في تجربة الصحة، حيث يضمن معاملة طلاب العلاج كأشخاص مستقلين في ذواتهم، ولهم القدرة على التصرف بحرية عن طريق معرفة سبب المرض وأخطار التجارب العلاجية دون قيود، وحمايتهم عندما ينخفض وضعهم، فتكون النتيجة الطبيعية البديهية لهذا المبدأ هي: الالتزام بالموافقة المستنيرة، مع العلم بموضوع التجربة العلاجية وممثلها القانوني، ولهذا يضمن ما عرفته البيوإيثيقا الأنجلوسكسسونية باحترام الحياة، ويعزز استقلال الذوات: الأمر الذي يعطي للمعالج كل الحق في اختيار القرار الملائم، وفي اختبار القرار الصحي أو رفضه، واقتناء وسائله المتاحة.

ب. مبدأ الخير في العلاج: ينص هذا المبدأ بضرورة الخير في طبيعة العلاج، فيجب أن لا يسبب الفعل الطبيْ أي ضرر في المهنة، وعليه أن يقلل من المخاطر ويزيد الفوائد إلى أقصى حد، عن طريق تقويم وتعزيز نسبة المخاطرة والفوائد في كل تجربة صحية، ويضم هذا المبدأ: مبدأ الإحسان، وعدم الإساءة.

ت. مبدأ الحرية والمساواة: يهدف هذا المبدأ إلى ضمان تبديد التفاوت وصنع والمساواة في توزيع تكاليف التجربة الصحية ومخاطرها، ويعني عدم التفاوت في معاملة الأفراد عند تقديم موارد الصحة، فتصل الحقوق إلى أصحابها، ويقوم كل طرف بواجباته على أن يتحمل كل فرد مسؤوليته الإجرائية، وفي الوقت نفسه ترتب بنوده العلاقة بين الطبيب والمعالج وكذا المجتمع وفق قائمة من الواجبات مثل: الاحترام، إعلام المريض بوضعه الصحيْ، الحفاظ على المعلومات الطبية والسجل الخاص بالمرضى (sgreccia, 1999, p. 172) ، (174

2. **نحو بيو إيثيقا عامة من أجل تنظيم بحوث تقنية النانو:**

يعتبر علم السموم النانوي الدراسة التي تهتم بموضوع المخاطر الصحية المتوقعة حول مواد النانوية، بسبب نفاذها إلى الجسم البشري دون غيرها من الجسيمات كبيرة الحجم، وهو ما يعود به حجمها المتناهي في الدقة والصغر، كما أن كيفية تحرك وتفاعل الجسيمات النانوية داخل عضوية الكائن الحي تعد من القضايا الكبيرة التي يجب مراعاتها في البحث البيولوجي، إذ يعد سلوك الأجسام النانوية مدلولاً لوظيفتها وتماسكها وتفاعل سطحها مع النسيج المحيط، فتتجمع داخل الأعضاء مثل جزء ناتج عن تحلل بطيء، وما يدعو للريبة أيضاً تفاعلها المتوقع مع العمليات الحيوية في العضوية: حيث أنها تنفذ من خلال سطح المادة بمجرد إلتصاق الجسيمات النانوية للنسيج والسوائل، فتؤدي إلى

امتصاص بعض الجزيئات الدقيقة التي تحتوي عليها من خلال أسطح الأنسجة، الأمر الذي يحدث تغييرا كبيرا في تركيبتها وتفاعلها مع العضوية الحية.

ولأن التطبيقات البيوطبية تتنوع في استخدامها للمواد النانوية انطلاقا من أجهزة استشعار العوامل البيولوجية المرتبطة بالالكترونات النانوية، ومختلف التطبيقات الجزئية المستقبلية المشتقة منها، والتي يمكن أن تحدث ثورة أخرى في علوم البيولوجيا والصحة، وبالتالي البيوإيثيقا الراهنة، فهي تؤثر على حيوية الإنسان بطرق غير قابلة لتنبؤ، وفي الوقت نفسه تنبيه للأخطار، وتدفع بالسؤال الأخلاقي الذي ينبغي أن يحضا بالتنظيم والتسيير القومي والإنساني من أجل أن تعتد به مختلف الميادين الاقتصادية والصناعية وأغلب الموارد الطبيعية، وفي هذا المقام بدأت الهيئات التنظيمية مثل وكالة حماية البيئة الأمريكية، أو مديرية الصحة وحماية المستهلك التابعة للمفوضية الأوروبية بالتعامل مع المخاطر المتوقعة والناجمة عن الجسيمات النانوية، ولم يتم إخضاع الجسيمات النانوية المهندسة أو المنتجات والمواد التي تحتوي على تلك الجسيمات لأي تشريع مخصص يرتبط بعملية الإنتاج والتداول في مجال تكنولوجيا النانو، فعلى أنقاد الأخلاق التطبيقية المتوفرة كانت محاولات متباينة لتأطير البحث في علوم النانو، حيث يقوم المجلس الدولي للصغائر منذ سنة 2006 م من خلال المجلة الافتراضية لبيئة تقنية الصغائر والصحة والسلامة التي تمثل مجموعة من الاقتباسات حول الدراسات التي قام بها العلماء في قضايا المخاطر المرتبطة بتقنيات الصغائر.

وفي سنة 2007 م أصدرت سبرينجر جريدة" الأخلاقيات النانوية "ما لقبته بأخلاقيات التكنولوجيا المتخصصة في تقنية النانو، تحت شعار: منتدى متعدد تخصصات، وهو يهدف إلى اكتشاف القضايا التي تهتم وتغطي تطبيقات النانو، بينما يتمحور تركيز المجلة على الفحص الدقيق فلسفياً لتقنية النانو، وعلمياً للاعتبارات الأخلاقية والاجتماعية، بالإضافة إلى المخاوف الصادرة عن القضايا العامة في تقنية النانو تكنولوجي، والجهات السياسية الحريصة عليها ، لأنها أسست لغيرها من النشاطات القيمية في التكنولوجيا الإفتراضية . (عطية، 2017، صفحة 233، 235)

لقد نتج خطاب أخلاقي وتأييد علمي في مختلف التخصصات الباحثة لأجل مستقبل أفضل جراء التطور التقنو علمي غير المحدود، في شكل خطاب بيوإيثيقي يمكن ترجمة تصوراته فيما وصف بالأخلاقية الحيوية عندما وفق في تحديد أشكال استخدام التقنية ضمن حياة الإنسان وبيئته، ويمكن تفويضه بمسمى تقنية النانو وما تعود به من آثار مميزة على الفرد والعالم، فرغم أنها أحد الوسائل الخارجة عن العضوية الحية، تم استخدامها في شتى ميادين الحياة على غرار صغرها، وذلك في نطاق الحفاظ على كرامة الإنسان وطبيعة حياته، فتعمل على تغير مشاكله إلى واقع آخر تسمو معه أفعال العقل وتشريعات الحياة الأولية، وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على أن تناول البيوإيثيقا لمسألة تقييم الإسهام البيوطبي ومسائل الحياة والصحة، جعلها قادرة على إمداد مختلف العلوم المنظورة في الوسط الحي، لأنها ترتبط بأهم فاعلياتها ، فهي تؤثر في غيرها من مظاهر الحياة المبحوثة، ويجب أن تتأسس العلوم وخاصة الطبيعية منها على مبادئ تقديس العيش الصحيح، واحترام كرامة الإنسان، والاتجاه إلى الخير في طلب العلوم وتطبيق التكنولوجيا، بما يوافق جل النصوص الشرعية المأثورة والمحدثة.

خامسا: فقه استخدام تقنية النانو تكنولوجي:

1. مبادئ قياس شرعية تقنية النانو تكنولوجي:

إن النظام الغالب في فيزياء الصغائر وما يحايثه في ميكانيكا الكوانتم، يجعله على صغره تعقيدا لا يفهمه الإنسان بواسطة الوسائل البسيطة في الحياة، حيث ينظر تحت المجهر بكيفيات مختلفة وأسس مجهولة، ليتكشف دقة خبايا الواقع

الكبير بما يحمله من أجزاء متناهية في الدقة، ومن بين أهم المبادئ التي طالت الميكانيكا النانوية والتي دمجتها مع معتقدات النظرية الكوانطية، وغيرها من النظريات الفكرية، حتى تكون علما نسبيا كموميا، أنها تقر بحقيقة أنواع الذرات وخصائصها الأساسية عن طريق حسابها بقوانين فيزياء الكم، إذ يمكن وبواسطة أصغر مقاس فيها التعامل مع المادة بحرية وانتقائية في تطبيقات متعددة، مثل دمج أعداد وأنواع من الذرات، واستخدامها في توليف أشكال جديدة من المادة، وهذا لأجل بناء مواد وأجهزة مع التحكم بالذرات، والجزيئات الافرادية، حتى ينتهي البحث إلى خصائص أعلى بكثير من التقانة المتعارف عليها، وفي بعض الأحيان حتى تسنح إلى معرفة ظواهر حديثة بالكامل، متيسرة فقط عند مقاييس اعتبارية (يفوي ونودي شرا، 2000، صفحة 7) فهي بمثابة العلم الذي لم يتطرق له علم الشريعة الإسلامية في نشأتها أي وقت غياب المجهر والتكنولوجيا الدقيقة وتطوير استخدام مواد الطبيعة الظاهرة.

وعلى إثر ذلك يمتلك التقدم في مجال الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء في السلم النانوي حظا طبيعيا في دفع المعرفة، وفهم الطبيعة حيث تهتم التطلعات العلمية في هذا الطريق إلى بحث الظواهر وتكميمها على مقاس السلم الذري والجزيئي أولا، وهي تتوقف ثانيا على التفاعل المتبادل بين الأعداد الكبيرة والأجسام الصغيرة، كما تؤثر في فهم العالم الكبير والمادة في مقياسها الكامل في مقام ثالث، ولهذا تختلف قوانين الفيزياء الأساسية في العالم النانوي عن التي تطبق على الظواهر الجوهرية المألوفة، فتحدد حركة الجسيمات، من خلال الميكانيكا الموجية، والميكانيكا الكمية، وما حايثها في النظريات النسبية الفيزيائية. (فلادامير وفياتشسلاف، 2000، صفحة 28)

من تم يجب الحُكم على تقنية النانو تكنولوجي بمعيار القياس العاقل، الذي يحدد بواسطة الفكر المتعالي كما حددته الشريعة الإسلامية من خلال فقه الواقع الراهن، وعن طريق النظر إليها من حيث الماهية، والأصل، والخصائص الفيزيائية والتفاعلية والعلائقية، ثم من ناحية استعمالها والتوسل بها في قصد غايات المعاش واقتناء وسائط الطبيعة باعتبارها إحدى أهم الوسائط التي تمثل المادة في إحدى درجاتها، وكونها نعمة من نعم الخالق التي سخرها للإنسان حتى ييسر له أفعال الحياة دون تفريط أو إفساد في الأرض ولهذا يجب تحرير تطبيقاتها المتاحة ، وكيفياتها المباحة، ومرافئها المشروعة في جميع مجالات الحياة المعتبرة.

يقول الشاطبي واصفا قياس المآلات في الفقه الإسلامي الذي يعتمد في جوهره على الأصول والضروريات الكلية : "أن النظر في مآلات الأفعال معتبر ومقصود شرعا، أ كانت الأفعال موافقة أو مخالفة، وذلك لأن المجتهد لا يحكم على فعل من الأفعال الصادرة على المكلفين بالإقدام أو الأحجام، إلا بعد نظره إلى ما يؤول إليه ذلك الفعل، مشروعا لمصلحة فيه تستجلب، أو لمفسدة تدرأ، ولكن له مآل على خلاف ما قصد فيه، وقد يكون مشروعا لمفسدة تنشأ عنه، أو مصلحة تندفع عنه، ولكن له مآل على خلاف ذلك ، فإن احتمل القول في الأول بالمشروعية، فربما أدى استجلاب المصلحة فيه إلى مفسدة تساوي المصلحة أو تزيد عليها فيكون هذا مانعا من القول بالمشروعية وهي مرجعية جارية على مقاصد الشريعة...، وهو ما وصف بأنه تحقيق مناط الحكم بالنظر في الاقتضاء التبعي الذي يكون عليه عند تنزيله من حيث حصول مقصده والبناء على ما يستدعيه ذلك الاقتضاء المفترض". (الإدريسي، د ت، صفحة 2) يقوم فقه التوقع على قواعد يمكن إيجازها في فروض استعمال تقنية النانو تكنولوجي وهي تتمثل في:

أ. قاعدة سد الذرائع: التي تقوم على منع كل وسيلة ظاهرها الإباحة من الأقوال، أو الأفعال، أو ما يتصل بها وتقضي إلى محرم.

ب. قاعدة مراعاة الخلاف: أي الخلاف بين المجتهدين والتعويل بعد وقوع الفعل من المكلف على قول مرجح ليقر فعلا منهي عنه ويحصل على أساس القول الراجح عنده، وكان له حكم لم يكن له قبله، لأنه لو اشتق من القول الراجح بعد الوقوع

لكان فيه مفسدة تساوي وتزيد عن مفسدة النهي، فيشتق الحكم بعد الوقوع بالفعل ما كان له أن يفرع عليه رغم اعتقاد ضعفه.

ت. قاعدة الاستحسان: وهو يمثل العدول عن القياس إلى قياس أقوى منه بحكم المسألة على أساس أحكام نظائرها بسبب دليل شرعي واقع.

ث. قاعدة المصالح الضرورية أو الحاجية التكميلية، وهي ترى بأن المصالح الكلية إذا اكتنفت من خارج الأمور التي لا ترضى شرعا، فإن الإقدام على جلب المصالح صحيح، على شرط التحفظ حسب الاستطاعة من غير حرج.

ج. قاعدة درء المفاسد مقدم على جلب المصلحة، وذلك يتم:

1) انطلاقا من تصور نازلة تقنية النانو تكنولوجي ومن خلال إحاطتها معرفيا، وتقريبها إلى أهم تطوراتها في شتى ميادين الحياة والتوسل مثل علم الفيزياء، مجال الطب وبيولوجيا، الذكاء الاصطناعي وأمثالها...، عن طريق الإلمام بالجهود العلمية عند كافة المختصين نظريا وميدانيا وتطبيقيا، إذ تكمن أهمية هذه المرحلة في تحديد طبيعة الفتوى بين الإباحة، أو التحريم والتجريم.

2) مرحلة تكييفها فقهيا: مع مبادئ العقل والنقل وطبيعة العيش المعاصر، انطلاقا من إرجاعها إلى أصولها ومبادئها الأولية عن طريق وصلها بأماراتها الوجودية والكلية وعلاماتها الدلالية في الشرع والعلم.

3) الاعتماد في قياس صلاحها على مناهج الاستدلال والتأصيل بالنقل.

4) مرحلة التنزيل: ويتم فيها نص الحكم على النازلة من خلال الوقائع المتجددة وما سبق من تعاليم، وما يحتمل من فروض يمكن أن تؤثر في معاملات المستقبل.

2. مرحلة التفصيل الفقهي: لأن بعض النوازل قد تكون مركبة من جملة من المسائل المتعددة، ولا يحكم المجتهد عليها حكما واحدا، فكل مسألة لها حكمها الخاص، وهذا الذي تثبته علاقة تقنية النانو بغيرها من التقنيات التكنولوجية الراهنة، كما تفرضه أوجه استخدامها. (الحوشاني، 2012، صفحة 357، 365، 372)

3. ماهية تقنية النانو ومصادرها من منظورالأصول الكلية:

قال الله عظم شأنه في سورة سبأ بعد باسم الله الرحمان الرحيم: ((الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَلَهُ الْحَمْدُ فِي الْآخِرَةِ ۚ وَهُوَ الْحَكِيمُ الْخَبِيرُ (1) يَعْلَمُ مَا يَلِجُ فِي الْأَرْضِ وَمَا يَخْرُجُ مِنْهَا وَمَا يَنزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَمَا يَعْرُجُ فِيهَا ۚ وَهُوَ الرَّحِيمُ الْغَفُورُ (2) قَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ ۖ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عَالِمِ الْغَيْبِ ۖ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمَاوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرُ مِن ذَٰلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ (3))). (عاصم، 2015، صفحة 428)

تصنف المادة الطبيعية بكل أحجامها بما في ذلك مقياس الذرة وما نتج عنها من صنائع في نطاق ما سخره الله العظيم لعباده وما يسره لهم من علم وتفوق حضاري، ولهذا هي في كل أدوارها متاحة للاستعمال أي بالحجم المتداول في الطبيعة الظاهرة، أو فيما وفرته التكنولوجيا المعاصرة، بما أجازه الشرع من غير ضرر أو خطر ، قال الله عز وجل في الآية 32 من سورة إبراهيم ((اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضَ وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاء مَاء فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ وَسَخَّرَ لَكُمُ الأَنْهَار)) (عاصم، 2015، صفحة 259) ، وقال في الآية 11 من سورة النحل ((وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ وَالنُّجُومُ مُسَخَّرَاتٌ بِأَمْرِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ))، (عاصم، 2015، صفحة 268)، وقال في الآية 70 من سورة الإسراء: ((وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ على كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا)) (عاصم، 2015، صفحة 289)،

ولهذا لا تخرج المادة النانوية في جوهرها عن أجزاء المادة الطبيعية التي صدرت عنها في واقع الملاحظة، إذ أن هويتها الوجودية والغرض من قصدها في الحياة لا يساوي القيمة الحيوية التي يتميز بها الإنسان، فيتعامل معها لذلك من حيث الشرع أو القانون أو العلم بطريقة تختلف كل الاختلاف عن ما يتعامل به مع ذاته أو أفراد المجتمع البشري، لأن الكائنات درجات ولا

يصنف الإنسان بمنزلة الحيوان أو النبات أو الجماد ولا يوازيها في وظيفتها البيئية فهي وجدت من أجله، وفي المقابل يجب أن يبحث في آفاقها وما تحرزه من علوم ممكنة، قال الله تعالى في الآية 190من سورة آل عمران: ((إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ)). (عاصم، 2015، صفحة 75) وقال في الآية 8، من سورة الروم: (أَوَلَمْ يَتَفَكَّرُوا فِي أَنفُسِهِم مَّا خَلَقَ اللَّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا إِلَّا بِالْحَقِّ وَأَجَلٍ مُّسَمًّى وَإِنَّ كَثِيرًا مِّنَ النَّاسِ بِلِقَاءِ رَبِّهِمْ لَكَافِرُونَ) (عاصم، 2015، صفحة 455) وذلك بغرض أن يتكامل الإنسان عند الزمن القريب أو في المدى البعيد مع عيشه من خلال ما سخره الله عز وجل له، ويتوسل بواسطته لبلوغ مراتب التطور والرقي في جميع ميادين الحياة ، وفي المقام الأول يجب أن يتدارك به عظمة الإله، ثم يحاول فهم طبيعته البشرية وعالمه حتى يتيسر له العبادة والمعرفة في ما قدر له من تقدم حققته العلوم والتكنولوجيا عند أصناف الناس والمجتمعات.

إن تحول بنية المادة لا يعني تغير جوهرها أو أصولها أو وجودها المحكم، في حين تعد قراءة أجزائها وما تعود به من صنائع في مختلف صيغها الظاهرة أو العلمية كما تحتمله التكنولوجيا الراهنة، وعن طريق تطوير العلوم المتفاوتة من أسمى المطالب الشرعية التي فرضها الدين وسنة العيش وطبيعة الإنسان، وهذا يدل على أن المادة بجميع مقاساتها وتفاعلاتها المختلفة التي تحددها علاقاتها الحيوية والاصطناعية تبقى قابلة للتطوير والتحسين، مثل التوسط فيها بتقنيات التقسيم، التحليل، الدمج، أو اشتقاق بعض من أجزائها، على أساس أن تكون وحدتها الأولى صحية ولا تؤدي إلى مفسدة أو زوال نعمة، أو تدنس بتلوث بعد أن توضع في مقام استخدامها المناسب.

ولهذا وجب تصنيع المواد النانوية من مادة أستحل أصلها وأبيح استخدامها كأن لا تكون مادة مهلكة لحياة الإنسان أو مضرة بالصحة والعقل مثل المواد التي تذهب عقل صاحبها، فما كان كثيره حرام كان قليله حرام وذلك قياسا على قول رسول الله ﷺ في تحريم المسكرات: (ما أسكر كثيره فقليله حرام) أخرجه الإمام أحمد في الحديث رقم 6674، (ابن حنبل، 2001، صفحة 256)

وإن كانت صناعة المواد الغذائية بتقنية النانو فيجب أن تكون من ما يجوز تناوله وتداوله بأن لا تضر في أحد مكوناتها سلامة الجسم، ولا تؤدي إلى انتهاك حرمة عيش أو فساد دين ، كأن تحصل في اقتنائها مفسدة أخلاقية تقصد إلى زوال مجتمع أو فرد، إضافة إلى أنه يجب أن لا يحز التعامل بها إلى الخروج عن الدين أو الشرك بوحدانية الله أو الكفر بنعمه ظاهرة وباطنة.

عن أبي عبد الله النعمان بن بشير رضي الله عنهما قال: سمعت رسول الله صلي الله عليه وسلم يقول: (إن الحلال بين وإن الحرام بين وبينهما أمور مشابهات لا يعلمهن كثير من الناس فمن اتقى الشبهات فقد استبرأ لدينه وعرضه ومن وقع في الشبهات وقع في الحرام...)، أخرجه الإمام أحمد في رقم الحديث 18374 (ابن حنبل، 2001، صفحة 324)

ولهذا يجب أن لا تعمد تقنية النانو في استخدامها أو التوسل بها إلى ما يخالف تكوين بنية الجسد ، فيجب ضبط أجزائها وفق ما يشهر لها في سوق البيع والشراء، عن ما يخضعها في تداولها لأحكام المبادلة والمقايضة الشرعية، حتى يتجنب أي فرد أو جماعة دفع ثمن دون وجه حق أو مقابل بأن تكون المادة المتاجر بها على غير ما هي عليه ولا تحمل خصائصها ومعاييرها المطلوبة.

وفي ما ورد من جدل حول فقه تقنية النانو حول مواقف العلماء المحدثة الترجيح بين حجتين: هل تعتبر تقنية النانو تغييرا لخلق الله من خلال تبديل خصائص مادة معينة، وهو ما استند في تحريمها إلى النقل الذي حرم التشبه بالخالق، أو الشرك به، أو محاولة تغيير مخلوقاته، أو نشر الفساد والجهل بين الناس، وعلى العكس من ذلك يرى مجموعة من المحدثين (بن محمد، 2021، صفحة 2101، 2097) بأن التغيير لا يمكن أن يقع على أصول المادة أو حقيقتها الوجودية ، وقد قصد من القول في الآية 119 من سورة النساء: ((وَلَأُضِلَّنَّهُمْ وَلَأُمَنِّيَنَّهُمْ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُبَتِّكُنَّ آذَانَ الْأَنْعَامِ وَلَآمُرَنَّهُمْ فَلَيُغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ وَمَنْ يَتَّخِذِ الشَّيْطَانَ وَلِيًّا مِنْ دُونِ اللَّهِ فَقَدْ خَسِرَ خُسْرَانًا مُبِينًا)) (عاصم، 2015، صفحة 97)، إلى تغيير الدين والفطرة ومبادئ التعايش الصحيح حتى يضل العباد عن ما لم يخلقوا له، فكل عمليات التغيير التي طرأت عند الإنسان

القديم أو المعاصر من عمليات التجميل، أو التزييف لم تنفي مرور الإنسان بمراحل من التبدل تفرضها بنيته كمظاهر النمو، أو الرياضة المختلفة على أعضاء الجسد، أو حتى التعلم، ودراسة مختلف العادات الاجتماعية في العالم، وهذا يؤكد بأن القصد إلى مآل تغيير محدد يحرم لاحتوائه على محظور، أو ما يضر أخطاره حياة الإنسان وعامة المخلوقات، فإن كان المقصود منه إصلاح عيب أو علاج علة، أو إرجاع مادة إلى حالتها الطبيعية وتحسين التكيف بها مع ظواهر الواقع لا حرمة فيه، لأن خصائص المادة وأطوارها موجودة بالفعل في جسيماتها الطبيعة مهما كان صنفها وغايتها من علاج أو إطعام أو كساء، و هي محققة مع أفعال النشوء أو الفناء، ومختلف أعراض العيش البسيطة أو الدقيقة، لأنها ممكنة في كليتها التي وجدت عليها، والإنسان لم يستطع بعلمه إيجاد ما يضاهيها أو يشبهها أو يمثلها في أحد أقسامها وخصائصها، ولا يتجاوز دوره استعمال ما خُلق في الطبيعة لتصنيع ما يقدر عليه عبر أطوار حضارية متبددة فيما عرف بتجاوز واقع إلى واقع آخر في العالم الممكن، فالإنسان يتفكر في الكون ويبدع من خلال تصوراته ومعطياته العظيمة خاصة حول الأجسام الحية، ولهذا استعمال تقنية النانو مباح على عموم ما تأصل تسخيره من المواد الجامدة في الطبيعة، إلا في الحالات حظر فيها التنكيل بمخلوقات الله من الكائنات الحية، أو عندما تؤدي تطبيقاتها المجهولة الآثار إلى هلاك الإنسان استنادا إلى قول الله تعالى في الآية 195 من سورة البقرة ((وَأَنفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ ۛ وَأَحْسِنُوا ۛ إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ)) (عاصم، 2015، صفحة 30) وذلك على أساس احترام قانون الطبيعة والقناعة بكل مقاديرها الدقيقة.

خامسا: مواثيق قانونية لشرعية تقنية الصغائر:

علم في العقود الأخيرة بأن الجسيمات النانوية التي يمكن أن يستنشقها الإنسان قد تلحق الضرر بالرئة، وبطانة الشرايين، وتتبعثر في الجسد مثل أغلب السموم المنتشرة في الأوساط الحية، حيث تتغير مميزاتها الفيزيائية والكيميائية وما يواكبها، ولأجل ذلك أحدثت بعض الدول جملة من البرامج الإلزامية التي تعمل على تقويم البحوث النانوية أو حضرها بسبب أخطارها الممكنة، وعقبت على النتائج المتعلقة بالأجزاء النانوية في كل مواد النانو الطبيعية أو القابلة للتصنيع ويمكن اختصار البروتوكولات الخاصة حولها بمسمى الاختبارات المقيسة، إضافة إلى المركبات المرجعية المقيسة التي تسمح للبحوث العلمية من إجراء المقارنات المتفاوتة بين أصناف المادة.

علما أنه واستنادا إلى المبادئ العلمية والمنهجية المتاحة لا يمكن تصويغ متطلبات المأمونية التي توجبها المواد النانوية المحققة ولهذا يجب أن تحتاط الهيئات المعرفية والاجتماعية في العالم وتقدر الأضرار المحتملة وما تحفظ عليه فيها من خلال تقدير الأخطار عند المواد المتناهية في الصغر مثل واقع المواد المجهولة والخطيرة وما اتصل بها من أجزاء طبيعية أو مواد مصنعة (صالح، تقنية النانو وعصر علمي جديد، 2015، صفحة 210، 214)، وفي ذلك اعتبر مبحث الأخلاق من أفضل الحقول التي وجهت ميدان العلوم النانو تقنية وتطبيقاتها المختلفة، وما تعود به من أضرار على الحياة، لما أثرت به أولا على صحة جسم الإنسان وبيئته المحيطة، فيجب أن يخصص جزء مهم من الفكر الإنساني للتعامل مع دنيا فيزياء المادة التي تظهر واضحة في تكنولوجيا الصغائر المتناهية، وما ينبغي أن يحدها من نظريات يمكن لها أن تتدارك من خلال تواصل العلوم ببعضها، حيث دفعت بالقانون الدولي إلى سن مجموعة من المواثيق العملية والدساتير الإنسانية من أجل استعمال تقنية النانو، والتي يمكن اعتبارها تطبيقية بامتياز لما تحمله من مبادئ تندرج تحت أخلاقها المؤيدة، فقد وضعت المواثيق القانونية الأوروبية؛ بشأن غرسات التكنولوجيا في العالم الحيوي بما فيها النانوية: وهي تتشكل من ميثاق الحقوق الأساسية للاتحاد الأوروبي المعروف ب"CFRS " أو المعروف بميثاق"NIZZA ". وهو جزء من ما أنشأته الحقوق التالية:

1: دستور أوروبا،

2: الاتفاقية الأوروبية لحقوق الإنسان؛ والتي تمت الموافقة عليها (سنة 1950 م) باسم اتفاقية حماية حقوق الإنسان وحرياته الأساسية، بالإضافة إلى سبعة بروتوكولات مكملة،

3 : وكذلك اتفاقية حقوق الإنسان والطب الحيوي لمجلس أوروبا وبروتوكولاتها (سنة 1997) المعروفة باسم "OVIDO"

4: ومعاهدة الاتحاد الأوروبي لاسيما مادة رقم: 174؛ والتي تنص على مبدأ الاحتراز.

5: وعلى مستوى الصعيد العالمي فإن إعلان اليونيسكو حول أخلاقيات العلم والتكنولوجيا ، الذي وضع (سنة 1998 م)، شكل لجنة من أجل إضفاء طابع الواجب الأخلاقي والمسؤولية القانونية على التطبيقات التكنولوجية المتفاوتة.

وأخلاقيات البيولوجيا وحقوق الإنسان الذي والاه ، لما له من دور مهم في تقنين بحوث النانو، وقد وافق عن طريق الامتثال إلى آراء المجموعة الأوروبية لأخلاقيات العلوم والتقنيات الجديدة "EGE " وهي تقوم على دراسة عالمية لجميع هذه الوثائق؛ وتجسد وتحدد مبدأ الحذر من أجل الكرامة الإنسانية، بداية من قواعد الاتحاد الأوروبي واللوائح المنظمة للكرامة الإنسانية، ومن إعلان اليونسكو، ثم بلورة وتركيز الضوء على القيم الأوروبية الأساسية الأخرى مثل: المادة :1 السلامة الجسدية؛ و المادة: 2 من ميثاق الحقوق الأساسية للاتحاد الأوروبي، ومعايير اللوائح الفيدرالية، الاستقلالية والموافقة المستنيرة؛ وفق المادة :5 من إعلان اليونسكو، والخصوصية وحماية البيانات الشخصية والثقة، المادة:8 من ميثاق الحقوق الأساسية للاتحاد الأوروبي، والحق في الصحة؛ وفق المادة: 14 من مقرر اليونسكو الموحد ، ومبدأ السلامة والحيطة وفق المادة:174 من معاهدة الاتحاد الأوروبي، ومبدأ المساواة وعدم التميز؛ ومبدأ الضرورة والتناسب وفقا للمادة: 18 من اتفاقية الاتحاد الأوروبي، والمادة: 11 من إعلان اليونسكو، واتفاقية أوفييدو ، وقد قامت" EGE " بالتركيز على هذه المبادئ؛ واستنتجت أنه: ليس كل ما هو ممكن تقنيا مقبول أخلاقيا ومقبول اجتماعيا وقانونيا، ومن ثم اقترحت التمييز بين منتجات التكنولوجيا لأغراض صحية، وبين التقنية المستخدمة في أغراض غير صحية ؛ عن طريق تقرير:

أ: صعوبة التمييز بينهما في بعض الحالات؛ لأن الحدود بينها غير واضحة.
ب: توجد بعض حالات التطابق بين علاج الإصابة، وتعزيز الإنسان الخارق وهي معقدة بشكل خاص في حالة الوسائل المخصصة للعلاج، ويمكن تأييد تكنولوجيا الأغراض الصحية في حدود الضرورة وتحت شروط محكمة، وذلك إذا تم إبلاغ الشخص الخاضع للتجربة بمخاطرها الصحية فتتم موافقته عليها وفق المادة رقم(5) من إعلان اليونسكو العالمي؛ بشأن أخلاق علم الأحياء وحقوق الإنسان، ومن المادة رقم:(5) من اتفاقية أوفييدو، فهي تحترم مبادئ الحرية الشخصية واستقلال شخص المريض في قرار الطب الخاص به فوق الحقوق، إذ يهتم بها كل مجتمع ديمقراطي يعتبر جسم الإنسان كيانا مقدسا، ويقر باستقلال الذوات، و يحترم كل جسد، علما أنه لا يوجد تعارض بين مبدأ الحرية، ومبدأ الاحتراز وسلامة الجسد؛ (علام، 2022، صفحة 678، 680) وهما العنصران الأساسيين للحق في الصحة التي تدعمها الأطر الأخلاقية العالمية بعيدا عن الإساءة، أو الخطر.
وكان من القائمين على الدعوة لتنفيذ هذه المواثيق : منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD)، والمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO)، وبعض الوكالات الوطنية وغير الحكومية مثل: الجمعية الدولية للأطباء من أجل البيئة، أصدقاء الأرض، والروابط المهنية والهندسية والطبية والعلمية، ومنظمات العمال، هيئة الغذاء والدواء الأمريكية، والحكومة البريطانية عامة : حيث قامت العديد من الجمعيات في بريطانيا على دراسة الجوانب الإيجابية والضارة لتقنية النانو تكنولوجي عن طريق وضع جملة من المواثيق القانونية المتكاملة من أجل تنظيم صناعة تقنية النانو، ومن بينها الجمعية البيريطانية والأكاديمية للهندسة الملكية. (صالح، تقنية النانو وعصر علمي جديد، 2015، صفحة 212، 213)

وتقوم مواثيق استخدام تقنية النانو تكنولوجي في ميادينها المتداولة على جملة من التعاليم يمكن إيجازها في:

- بالنسبة للميدان البيوطبي فيجب أن يقصد من تصنيع المواد البيولوجية علاج الأجزاء المريضة من الجسم دون غيرها حتى لا تصاب الأجزاء السليمة، أو تنخفض فاعلية العلاج ، ولهذا يجب أن يضمن من العملية البيوطبية مراعاة المبادئ العامة للتشخيص الطبي وضوابط استخدام العلم والتكنولوجيا على الجسم، من خلال إعلام المقبل على العلاج، بالمخاطر المحتملة عن تطبيق الدواء وأهم الخصائص التي يتكون منها عن طريق ما تقرره الوسائل التكنولوجية المعتمدة من قبل ذوي الخبرة والاختصاص، أو المصادق عليها في تجارب التشخيص، كما يجب اتخاذ الاحتياطات والتدابير التي تمنع الآثار الجانبية لكل استخدام نانوي في علوم الحياة والصحة الجسدية.
- يعتبر مجال صناعة الأغذية من أخطر الميادين التي تعود بالمسؤولية على المجتمع المستعمل لتقنية النانو تكنولوجي فمن خلال الزراعة أو تهيئة الغذاء وإعداده، أو معالجته ، أو حتى عند حفظه وشحنه من خلال تقنية النانو تكنولوجي ، مراعاة مجموعة من المبادئ والشروط المهمة، وهي :

✓ إعلام المستهلك باستخدام تقنية النانو في أي عنصر غذائي محل التعامل، وذلك من خلال أن يثبت على المنتج أنه تم تصنيعه بواسطة تقنية النانو، لأن للمستهلك حق في الإعلام.

✓ يجب مراعاة المعايير والمواصفات القياسية وفق قانون صناعة الأغذية إن كان سلعة أو مرفقا للرعاية في فترة الإنتاج إلى غاية الاستهلاك، إذ لا يمكن تقديم شهادة لعينة غذائية وهي لا تستجيب لشروط إنتاجه أو بطريقة مخالفة لمقاييسه الموضوعة عند إمكانية استعماله، بسبب ما يترتب عليها من مسؤولية أخلاقية وقانونية تثبتها الهيئات الخاصة.

- يجب استعمال تقنية النانو تكنولوجي في مجال البيئة وفق ضوابط قانونية تلزم على عدم الإضرار بصحة الإنسان والبيئة وعدم الإضرار بالآخرين الذين يشاركون الوسط الحي، وذلك لأنه من الجرائم غير المباشرة في حق الطبيعة والحياة الإنسانية. (علوي، 2023، صفحة 1741، 1743) .

- **خاتمة:**

وضعت تقنية النانو حضارة الإنسان على أبواب ثورة صناعية جديدة، ولهذا تعد تقنية واعدة يعتقد الكثير من الباحثين أنها ستؤثر بقوة في الحياة خلال السنوات القادمة، وهو الهدف الذي يُرجى معه استعمال هذه التقنية لحل مشاكل العالم المتصاعدة، حيث حددحولها موقفين متعارضين ، يعتقد نخبة المتفائلون منهم بأن تقنية النانو ستوفر مواد فعالة في شتى الحقول العملية والعلمية، مثل الماء النظيف، الغذاء الصحي، المحاصيل الكافية والطاقة الكهربائية

المتكيفة، الصناعة الجيدة والأدوية الفعالة، البحث الدقيق، والقدرات الفائقة على التواصل وتخزين المعلومات،... في المقابل يرى فئة منهم بأن تقنية النانو ستفاقم مشاكل الظلم الاجتماعي والاقتصادي، والتوزيع من غير المتساوي للسلطة من خلال زيادة الفوارق بين طبقات الأغنياء والفقراء وبين الدول المتطورة والدول النامية، وهو ما قد يؤدي إلى إشاعة الفوضى في العلاقات الدولية بسبب احتمال انتشار الأسلحة النانوية، التي ستكون أشد خطرا من ما سبق.

لهذا نتج خطاب قيمي وشرعي بدعامة عقائدية و قانونية وافقها التأييد الأخلاقي والعلمي في مختلف التخصصات الباحثة، لأجل مستقبل أفضل يحاذي التطور التقنو علمي غير المحدود، من خلال محاولة درء أخطار تقنية النانو حاضرا ومستقبلا، والحفاظ على حياة الإنسان وصحته وكرامته من غير تهديد لسلامة البيئة أو للمجتمعات المتفاوتة، حيث يمكن ترجمة الخطاب المؤسس انطلاقا من الأحكام الشرعية التي تقدر أصول العيش المتكافئ مع تقدم العصر، واعتبارات التعامل مع تطورات التكنولوجيا، إلى جانب قيم الإنسان المحصلة من تجربة العلم ومقاصده المتغيرة، خصوصا وأن قراءة المادة في جميع مظاهرها وصيغها الممكنة عن طريق فحصها وتحديد تفاعلاتها بتقنية الصغائر قد يؤدي إلى الكثير من الآثار التي لا يعقلها الفكر البسيط، أو مخبر يبحث في الظاهر دون الوقوف على القيم والمرجعيات المعرفية الأصيلة، حيث تقدر قيم الحياة المشروعة بأن المادة بكل أطوارها المنظورة أو الدقيقة هي من تسخير الطبيعة للإنسان ويجب التعامل معها من خلال مرتبتها الوجودية التي يسرت بها حتى يتمكن الأفراد والمجتمعات من تحسين عيشهم والتقدم بالعلوم من غير إفساد أو تعدي على مقومات الحياة الصحيحة وبنود الطبيعة.

- يوصى في ميدان تقنية النانو تكنولوجي وعند كل دراسة علمية أ كانت نظرية أو تطبيقية أن يبحث الإنسان فيها عن الجوانب المعنوية التي تسبقها وتكملها من خلال الرجوع إلى أصولها القيمة ، إذ يجب أن ينتقي الباحث أكثر المبادئ كمالا وتكيفا مع طبيعة المعرفة وإنسانية الإنسان التي غالبا ما تتمسك بأحكام الغريزة والفطرة وتتوقف عند المسؤولية القانونية، كما تحذر من أخطار الحياة المختلفة.
- يجب أن يوظف المنهج المادي البراغماتي مبادئ العقل الكلي الذي يتعالى إلى طلب المادة وما يرافقها في صورتها الكاملة إضافة إلى مسائل الصغائر الدقيقة ، لأن الإنسان ومها بلغ من تطور حضاري وتكنولوجي لن يبلغ من دقة الوجود إلا ما يمكنه من الحفاظ على صحة المجتمع وسلامة المعارف من فوارق الأهواء المتناقضة مع كينونته .
- يلزم الرجوع في المرتبة الأولى إلى قيمة القيم في العلم وهي البحث عن الحقيقة الكامنة وراء تقدير الطبيعة و معرفة الخالق العظيم، وتعاليمه الخالدة في الوجود مع مختلف الكائنات حتى ينعم الإنسان في حياته بمستقبل مزدهر.

قائمة المراجع:

1. القرآن حفص عن عاصم (2015): القرآن الكريم. دار التقوى. القاهرة.
2. أحمد ابن حنبل (2001): مسند الإمام أحمد، تحقيق عبد الله ابن عبد المحسن التركي، مؤسسة الرسالة . بيروت.
3. أحمد عوف محمد عبد الرحمان (2013) : طب النانو تكنلوجي، تكنلوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
4. صفات سلامة (2009): النانو تكنلوجي، عالم صغير ومستقبل كبير ، الدار العربية للعلوم ناشرون، بيروت.
5. عبد الله رافد أحمد (2014): مدخل إلى عالم النانو. دار كتب. لندن.

6. ماسيميا وستيفان يفوي ونودي شرا (2000): مدخل إلى علم النانويات، وتقافتها، ترجمة: محمد عبد الستار الشدخلي، حاتم نجدي وآخرون،المنظمة العربية لترجمة، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، الرياض.

7. مبنين و وكوتلاب فلادامير وفياتشسلاف (2000): مدخل إلى الإليكترونيات النانوية، علم هندسة وتطبيق. (على سكاف، المترجمون) المنظمة العربية لترجمة مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.الرياض.

8. محمد بن صالح و محمد بن صالح الصالحي والضويان (2008) : تقنية النانو أين ستقودنا ؟ اصدارات جامعة الملك سعود.

9. محمد شريف الإسكندراني(2010): تكنولوجيا النانو من أجل غذ أفضل. سلسلة عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

10. محمد عبد الرحمان أحمد عوف (2013): طب النانو التكنلوجي، تكنلوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب. الهيئة المصرية العامة للكتاب.

11. محمود محمد سليم صالح (2015): تقنية النانو وعصر علمي جديد. مطبعة الرياض.

12. نهى علوي الحبشي(2011): ماهي تقنية النانو؟، وزارة الثقافة والإعلام السعودية.

13. R. A. frertas (2004): the scientific conquest of death Essays on Infinite lifepans . Libros EnRed. Buenos Aires .

14. L. Williams and Adams(2006): Nanotechnology Demystified. McGraw-Hill Education.

15. sgreccia, E (1999): Manuel de la bioéthique, les fondements et l éthique biomédicale. bibliothèque national du Canada.

16. François lassagne ; Anne debroise , (2010) :nano technologies, la révolution invisible, questions/ réponses, tout savoir sur les " nanos". *l'invention des nanotechnologies* , , s. *hors-série* (253). science et vie .BC de France.

- **المقالات والبحوث:**

17. إيمان أحمد علام (2022): الجوانب القانونية والأخلاقية لغرسات التكنولوجيا الحيوية في ضوء المواثيق الدولية. *مجلة كلية الشريعة والقانون بطنطا* ، ع37، *جامعة الأزهر الشريف*.

18. خالد ميار الإدريسي(د ت): بحث :*فقه اعتبار المآلات*. الرائد منصة علمية إلكترونية.

19. زياد خلف علوي. (2023): الإطار القانوني لاستخدام تقنية النانو. *مجلة الدراسات المستدامة* ، ع1، المنصة الالكترونية العراقية.

20. شريفة بنت علي بن سلمان الحوشاني (2012): فقه التوقع ومآلات تقنية النانو. *مجلة مركز البحوث والدراسات الإسلامية* ، ع26 ، *جامعة الأزهر الشريف*.

21. شهد بنت عبد العزيز بن محمد (2021): الأحكام المتعلقة بتقنية النانو في المجال الطبي. *مجلة كلية الشريعة والقانون*، ع23، كلية *تفهنا الأشراف دقهلية، جامعة الأزهر الشريف* .

فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية

The effectiveness of a proposed program based on nanotechnology concepts in Developi ng the achievement of chemistry students in the College of Applied and Educational Scie nces

أ.د/ مُحَمَّد فائز مُحَمَّد عادل1

Mohammed Fayez Mohammed Adel[1]

أ.د / ياسين علي مُحَمَّد المقلحي2 & عبده مُحَمَّد صالح أحمد عبدالكريم3

Yassin Ali Mohammed AL-Maklahi[2] & Abdo Mohammed Saleh Ahmed Abdu lKarim[3]

1 أستاذ المناهج وطرائق تدريس العلوم، كلية العلوم التطبيقية والتربوية – النادرة، جامعة إب.

2 أستاذ المناهج وطرائق تدريس العلوم، كلية العلوم التطبيقية والتربوية – النادرة، جامعة إب.

3 باحث دكتوراه بكلية العلوم التطبيقية والتربوية – النادرة، جامعة إب.

1Associate Professor of curricula and methods of teaching science College of Applied an d Educational Scienes

2Associate Professor of curriculum and methods of teaching science College of Applied a nd Educational Scienes

3Doctoral researcher at the College of Applied and Rare Educational Sciences, ibb University

الملخص:

يهدف البحث إلى الكشف عن فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية في الجوانب المعرفية للاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو تكنولوجي.

ولتحقيق هدف البحث أُستخدم المنهج الوصفي التحليلي وشبه التجريبي ذي المجموعة التجريبية الواحدة، وذلك من خلال استخدام التطبيق (القبلي – البعدي) لأداء المجموعة التجريبية قبل تعرضها للتجربة وبعدها، بالاعتماد على أداة البحث: (الاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو تكنولوجي)، حيث طُبّقت على عينة استطلاعية من طلبة قسم الكيمياء مكونة من (28) طالباً وطالبة وبعد التأكد من صدقها وثباتها تم تطبيق التجربة على المجموعة التجريبية، وللوصول إلى نتائج البحث أُستخدمت بعض الأساليب الإحصائية اللابارامترية وهي:

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، اختبار (T-test) لعينة واحدة، ومعادلة إيتا تربيع ($\eta 2$) لحساب حجم الأثر، وفاعلية الكسب الموقوتة لهريدي .

وقد أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($\alpha \geq 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي على الاختبار التحصيلي في الجوانب المعرفية لمفاهيم النانو تكنولوجي ولصالح التطبيق البعدي، ووجود حجم أثر كبير ذي دلالة إحصائية؛ يُعزى لفاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل لدى الطلبة عينة البحث .

كما أظهرت النتائج، أيضاً، أن للبرنامج المقترح فاعلية مقبولة في تحصيل الجوانب المعرفية لمفاهيم النانو تكنولوجي، كما تقاس بنسبة فاعلية الكسب الموقوتة لهريدي تُعزى إلى تفاعل الطلبة لتعلم مفاهيم النانو تكنولوجي المتضمنة في البرنامج المقترح.

وقد أوصى الباحثون بضرورة تضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في مناهج التعليم الجامعي الخاصة بفروع العلوم (الفيزياء – الأحياء – الكيمياء)، مع إعادة النظر لهذه المناهج وتقويمها وتطويرها في ضوء مفاهيم النانو تكنولوجي. **الكلمات المفتاحية: البرنامج المقترح، النانو تكنولوجي، التحصيل، طلبة الكيمياء.**

Abstract:
The research aims to reveal the effectiveness of a proposed program based on nanotechnology concepts in developing the achievement of chemistry students at the College of Applied and Educational Sciences in the cognitive aspects of the achievement test for nanotechnology concepts.

To achieve the goal of the research, the descriptive analytical and quasi-experimental method with one experimental group was used, through the use of the (pre-post) application of the experimental group's performance before and after exposure to the experiment, relying on the research tool: (the achievement test for nanotechnology concepts), which was applied to an exploratory sample. From the students of the Chemistry Department, consisting of (28) male and female students, and after ensuring its validity and reliability, the experiment was applied to the experimental group, and to reach the research results, some non-parametric statistical methods were used, which are:
Arithmetic means and standard deviations, a one-sample T-test, and the eta squared equation (η2) to calculate the effect size and Haridi's timed gain effectiveness.

The results showed that there were statistically significant differences at a significance level ($0.05 \geq \alpha$) between the average scores of the experimental group students in the post-application on the achievement test in the cognitive aspects of nanotechnology concepts, in favor of the post-application, and the presence of a large, statistically significant effect size. The effectiveness of the proposed program in developing the achievement of the students in the research sample is attributed.
The results also showed that the proposed program has acceptable effectiveness in achieving the cognitive aspects of nanotechnology concepts, as measured by Haridi's timed learning effectiveness rate attributed to students' interaction to learn the nanotechnology concepts included in the proposed program.

The researchers recommended the necessity of including nanotechnology concepts in university education curricula for the branches of science (physics, biology, chemistry), with these curricula being reconsidered, evaluated, and developed in light of nanotechnology concepts.
Key words: proposed program, nanotechnology, achievement, chemistry students.

مقدمة:

يشهد العصر الحالي ثورة تغيرات علمية وتكنولوجية كثيرة وعديدة ومتسارعة في جميع المجالات، "حيث بدأ ظهور علوم حديثة انبثقت عن العلوم المعروفة، لكن في صورة نانوية مثل: النانو بيولوجي، والفيزياء النانوية، والكيمياء النانوية، والحاسبات النانوية" (صبري وآخرون: 2019، ص214).

ويذكر الصالحي؛ والضويان (2007) أنه لا يمكن تحديد عصر أو حقبة معينة لبروز تقنية النانو، ولكن من الواضح أن من أوائل الناس الذين استخدموا هذه التقنية بدون أن يدركوا ماهيتها هم صانعو الزجاج في العصور الوسطى، حيث كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين (ص22).

وتُعد علوم النانو تكنولوجي من أحدث ما يدور في العالم من تطور علمي وتقدم تكنولوجي، فعلى مدى السنوات القليلة السابقة احتلت تكنولوجيا النانو مكانة مرموقة في حياة مختلف الشعوب، وأصبحت تؤثر بصورة مباشرة في التنمية الشاملة لكل المجتمعات، فالتقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة في شتى فروع العلم (عبدالرحمن: 2013، ص11).

ومع التطور الهائل في العلوم كماً وكيفاً، كان لابد من دور بارز للمؤسسات التعليمية والتربوية في عملية تطوير المناهج والمقررات الدراسية وإثرائها، حتى لا يشعر المتعلمون بفجوة بين الواقع الذي يعيشونه وما تقدمه لهم المدرسة والجامعات، فهم يتعاملون مع الهواتف النقالة النانوية، ومن أجل ذلك عُقدت العديد من المؤتمرات التي نادت بضرورة تضمين مفاهيم تقنية النانو في المناهج الدراسية في المدارس والجامعات (لُبّد، أمل: 2013، ص2- 4).

وتُشير غياضة، هديل (2016) إلى أهمية الحاجة الماسة لإعداد منهج عصري يواكب التطورات العلمية والتكنولوجية والفكرية في القرن الحادي والعشرين، من خلال بناء قائمة لمتطلبات النانو تكنولوجي الواجب تضمينها في المناهج، منها كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية، ومعرفة مدى اكتساب الطلبة لها مع مراعاة التكامل بين مناهج العلوم والتكنولوجيا (ص6).

ويضيف دراز (2023) أن مفاهيم النانو وتطبيقاتها التكنولوجية تمثل ثورة في القرن الحادي والعشرين، ونقلة معرفية كبيرة؛ فوجودها يُقسم العالم إلى دول متقدمة وأخرى نامية، وقد اهتم العالم بهذه التقنية بشكل كبير؛ لأنها تدخل في العديد من المجالات، مثل: الفيزياء والكيمياء والبيولوجي، والهندسة والإلكترونيات والبتروكيماويات، والزراعة، والطب وغيرها. ولذلك لابد من دور بارز لمؤسسات التعليم، بصفة عامة، وكليات التربية، بصفة خاصة، في إعداد معلم الفيزياء القادر على إكساب الطلاب المعرفة المرتبطة بمفاهيم النانو تكنولوجي، وتنمية مهاراتهم واتجاهاتهم الإيجابية نحو توظيف تلك التقنية في حياتهم العملية، حتى لا يشعر الطالب المعلم بفجوة بين الواقع الذي يعيشه، وما يدرسه في برنامج إعداد معلم الفيزياء داخل كلية التربية، فهو يتعامل مع الهواتف النقالة النانوية، ويسمع ويرى ويقرأ على شاشات التلفاز وشبكات الإنترنت عن منتجات تمت معالجتها بتقنية النانو، وتارة يسمع عن المنتجات الذكية من أجهزة إلكترونية، وملابس، ومبانٍ، دون أن يدرك ماهيتها (ص4-5) .

وترى شلبي، نوال (2014) أن تمكن الطالب من مهارات القرن الحادي والعشرين يمكنه من الوصول إلى مستويات عليا من التحصيل في المواد والمقررات الدراسية، كما أن هذه المهارات توفر إطاراً منظماً يضمن انخراط الطلبة في عملية التعلم، ويساعدهم على بناء الثقة بأنفسهم، ويعدهم للابتكار والقيادة والمشاركة بفاعلية في الحياة المدنية (ص42).

ونظراً للانفجار المعرفي أصبح التنبؤ بمهارات المستقبل هو التحدي الأكبر أمام العالم، حيث يُعد الاهتمام بتنمية مهارات هذا القرن من الاتجاهات الحديثة التي نالت اهتماماً كبيراً، بهدف إعداد الطلبة معلمي العلوم للنجاح في العمل والحياة، حيث تشتمل على: مهارات التعلم والإبداع، ومهارات تكنولوجيا المعلومات ووسائل الإعلام، ومهارات الحياة والمهنة (حسن: 2015، ص299) .

وذكرت العيد، سمية (2019) أن القرن الحادي والعشرين يتسم بتطورات علمية سريعة ومتجددة أثرت على كل مجالات الحياة، مما يضع تحديات أمام المجتمعات المختلفة؛ ومنها المجتمعات العربية للتعامل مع معطيات هذه الثورة والاستجابة لمتطلباتها، ومواكبتها لتحيا تلك المجتمعات حياة آمنة في القرن الحادي والعشرين (ص2).

ونظراً لأهمية تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى معلمي المستقبل، ومن بينهم معلمي الكيمياء؛ فقد استهدفت العديد من الدراسات السابقة الحديثة تنميتها كدراسات (جاد المولى، 2021)، (العيد، 2021)، (موسى، 2021)، (أبو كميل، 2020).

ولأننا في اليمن جزء لا يتجزأ من هذا العالم، فلابد من مواكبة هذه التغيرات لتحقيق تناغم إيجابي مما يستدعي مزيداً من الجهود من قبل المؤسسات التربوية والتعليمية التي تتطلع إلى التغيير وقيادته، وأن تسعى لتزويد الطلبة وتمكينهم من مهارات القرن الحادي والعشرين واتخاذ القرار التي ترقى بهم؛ ليعيشوا بشكل إيجابي في هذا المجتمع، وتعدهم للمنافسة على المستويين المحلي والإقليمي والعالمي في سوق العمل.

لذلك فقد أصبح من الضروري إدخال بعض المتغيرات في محتوى مناهج ومقررات مجال العلوم: (فيزياء–كيمياء–أحياء) في الجمهورية اليمنية، وذلك كي تتواكب مع ثورة النانو تكنولوجي. ومن هذه التغيرات محاولة الباحثين في البحث الحالي بناء برنامج يتضمن مفاهيم النانو تكنولوجي. ومن مبررات إدخال مثل هذه التغيرات ما يأتي:

نتائج الدراسات والبحوث السابقة في هذا المجال والتي أُجريت عربياً ودولياً، كدراسة (غياضة، هديل، 2016)، ودراسة (لُبّد، أمل، 2013)، ودراستا (شلبي، نوال، 2012)، ودراسة (السايح وهاني، 2009).

توصيات الندوات والمجلات والمؤتمرات العلمية التي دعت إلى عملية تطوير وإثراء المناهج الدراسية بمفاهيم النانو تكنولوجي ومنها: المؤتمر الدولي لتقنيات النانو، بعنوان: (الفرص والتحديات) بالمملكة العربية السعودية (2008)، والمؤتمر الدولي الفلسطيني الأول حول النانو تكنولوجي وعلم المواد (2012، ص1–33).

ونتيجةً لذلك فقد انبثقت مشكلة هذه الدراسة من خلال متابعة الباحثون لعلوم التكنولوجيا المستحدثة والمتواصلة، ولاحظ اهتماماً متزايداً – بشكل ملفت للنظر – بتقنية النانو. ولقد كانت ظاهرة انتشار المنتجات النانوية في كل ما يحيط بنا هي النواة الأولى التي أوجدت الرغبة لدى الباحثون في إجراء دراسة في هذا السياق، وهي رغبة استمدت نضجها مع الأيام بفعل عدة عوامل أهمها:

–الجهود المتزايدة التي تُبذل في السنوات الأخيرة بغرض إدخال مفاهيم تقنية النانو في المناهج الدراسية.

ويشير الظاهر (1999) أن المؤسسات التربوية تهتم بالتحصيل الدراسي، لكونه يُعد مؤشراً على مدى تقدمها نحو تحقيق الأهداف التربوية، فالتحصيل يعكس نتاجات التعلم التي تسعى المؤسسات التربوية إليها، وهي تسعى إلى تحقيق مستوى أعلى من التحصيل، وذلك لأن مستوى التحصيل يدل على مستوى كفايتها، وقدرتها على بلوغ أهدافها، وتبعاً لذلك فإن التحصيل الدراسي متغير في غاية الأهمية لأثره الأكاديمي، بل والاجتماعي والنفسي على الطالب، والأسرة، والمجتمع (ص23).

ومما زاد إحساس الباحثين بأهمية المشكلة قيامهم بعملية تحليل محتوى مقررات قسم الكيمياء في المستوى الرابع لمعرفة مدى تناولها لمفاهيم النانو. وقد لاحظ الباحثون قصوراً واضحاً في محتوى تلك المقررات، وعطفاً على ما سبق فقد رأى الباحثون أهمية إجراء البحث الحالي.

مشكلة البحث وأسئلته:

تتحدد مشكلة البحث بالسؤال الرئيس الآتي:

◆ ما فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية؟

ويتفرع عن السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية:

1 –ما مفاهيم النانو تكنولوجي الواجب توافرها في برنامج إعداد الطلبة معلمي الكيمياء؟

2 –ما مدى تناول محتوى مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع لمفاهيم النانو تكنولوجي؟

3 –ما صورة البرنامج المقترح القائم على مفاهيم النانو تكنولوجي؟

4–ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية؟

أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي إلى تحقيق الأهداف الآتية :

1 –تحديد مفاهيم النانو تكنولوجي التي ينبغي أن تتوفر لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية.

2 –التعرف على مدى تناول محتوى مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع لمفاهيم النانو تكنولوجي.

3 -إعداد برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي التي ينبغي أن تتوفر لدى الطلبة معلمي الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية بالنادرة.

4- قياس أثر البرنامج المقترح على تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية.

فرضيات البحث:

يحاول البحث الحالي التحقق من صحة الفرضيات الآتية :

1 -توجد فروق دالة إحصائياً عند مستوى دلالة ($0.05\geq\alpha$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في الاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو تكنولوجي في الجوانب المعرفية ولصالح التطبيق البعدي.

2- يحقق البرنامج فاعلية وحجم تأثير كبير أعلى من القيمة (0.14) في تنمية التحصيل.

أهمية البحث:

تنطلق أهمية البحث نظرياً من العلاقة الوطيدة بين مناهج العلوم ومجالات النانو تكنولوجي، كما أنها تنطلق من التوجهات العالمية والمحلية نحو ضرورة تعليم وتدريب الطلبة على التقنيات الحديثة كمتطلب للحياة في القرن الحادي والعشرين، في حين تتحدد أهمية البحث الحالي بالآتي :

1 -تقديم برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي الواجب توافرها في برنامج إعداد الطلبة معلمي الكيمياء.

2 -إلقاء الضوء على برنامج إعداد معلم الكيمياء ومدى توفر مفاهيم النانو تكنولوجي فيه.

3 -تقديم برنامج مقترح بمفاهيم النانو تكنولوجي، قد يستفاد منه في تطوير برنامج إعداد معلمي الكيمياء.

4- تقديم برنامج لتنمية التحصيل لدى الطلبة المعلمين قد يفيد مؤسسات إعداد المعلمين على إعدادهم وتدريبهم ورفع كفاءتهم.

حدود البحث:

يتحدد البحث الحالي بالآتي- :

1 -تحليل محتوى مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع في كلية العلوم التطبيقية والتربوية وهي: (طرق الفصل، النفط والغاز، تشخيص المركبات العضوية، الكيمياء الحركية).

2 -قياس تحصيل الطلبة لمفاهيم النانو تكنولوجي في الجوانب المعرفية وهي (التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب، التقويم).

3 -فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية.

4- تطبيق البرنامج على طلبة المستوى الرابع قسم الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية في الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي 2023/2022م.

مصطلحات البحث:

تُعد عملية تحديد المصطلحات من الأمور المهمة التي تساعد الباحث على التحليل الدقيق لمعاني المصطلحات التربوية التي تناولتها الدراسة وهي على النحو الآتي:

الفاعلية : (Effectiveness)

لغةً: مشتقة من الفعل: فَعَلَ، والفاعلية مقدرة الشيء على التأثير (عمر: 2008، ص287).

اصطلاحاً: هي العمل على بلوغ أعلى درجات الإنجاز وتحقيق أفضل النتائج (الكيلاني: 2005، ص21).

الفاعلية :

تُعرف في البحث الحالي بأنها: التأثير الناتج عن تطبيق البرنامج المقترح على طلبة المستوى الرابع كيمياء، ويقاس هذا التأثير من خلال تحليل استجابات الطلبة على الاختبار التحصيلي.

البرنامج المقترح (Suggested Program) :

هو طريقة تربوية منهجية تقوم على أسس تجريبية تستهدف وضع نظام في عرض المعلومات والمفاهيم مع توفير الأنشطة المناسبة لضمان نجاح البرنامج (إبراهيم: 2009، ص195).

البرنامج المقترح :

يُعرف في البحث الحالي بأنه: نسق من الإجراءات والممارسات التعليمية التي تقوم على إعداد خطة تعليمية بكافة عناصرها، بما تتضمنه من أسس، وأهداف، ومحتوى، وأساليب تدريس، ووسائل وأنشطة تعليمية، وأساليب تقويم، وتستند في ذلك إلى مفاهيم النانو تكنولوجي بهدف تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية.

النانو تكنولوجي (Nanotechnology) :

"هو مجال تطبيقي يُعنى بدراسة وتصنيع مواد وأجهزة وأنظمة لها بُعد/ أبعاد نانوية، ولها خواص جديدة ومختلفة" (شلبي: 2012، ص13).

وتعرفها سلامة، صفات أمين (2009) بأنها: "تكنولوجيا مستحدثة ومشتقة من النانو. وكلمة نانو هي في الأصل كلمة يونانية تعني القزم، وتستعمل في الرياضيات للتعبير عن الجزء من المليار من وحدة القياس"(ص17).

بينما يعرفها الإسكندراني، مُحَمَّد (2010) بأنها: "التكنولوجيا المتقدمة القائمة على فهم ودراسة العلوم النانوية فهماً عقلانياً وإبداعياً مع توافر المقدرة التكنولوجية على تخليق مواد النانو والتحكم في بنيتها الداخلية وإعادة هيكلة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها بهدف الحصول على منتجات متميزة تستخدم في المجالات المختلفة (ص52).

التحصيل الدراسي (Academic Achievement) :

لغةً: مشتقة من الفعل حَصّلَ، حصل الشيء والأمر: أي خلصه وميزه عن غيره، وتحصل الشيء تجمع وثبت (فلية والزكي: 2004، ص72).

اصطلاحاً: يعرفه شحاتة والنجار (2003) بأنهُ: "مقدار ما يحصل عليه الطالب من معلومات أو معارف أو مهارات معبراً عنها بدرجات في الاختبار المعد بشكل يمكن معه قياس المستويات المحددة" (ص89).

كما يُعرف بأنه: جهد علمي يتحقق للفرد من خلال الممارسات التعليمية والدراسية والتدريبية في نطاق مجال تعليمي مما يحقق مدى الاستفادة التي اكتسبها المتعلم من الدروس والتوجيهات التعليمية والتربوية والتدريبية المعطاة أو المقررة عليه (فلية والزكي: 2004، ص72-73) .

التحصيل الدراسي :

يُعرف في البحث الحالي بأنه: النتاجات التعليمية التي يحققها طلبة قسم الكيمياء المستوى الرابع في قسم الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية بعد تدريسهم البرنامج المقترح القائم على مفاهيم النانو تكنولوجي والمقاسة بالدرجة التي يحصلون عليها في الاختبار التحصيلي الذي أعده الباحثون .

الطلبة معلمي الكيمياء:

هم الطلبة الدارسين في المستوى الرابع في كلية العلوم التطبيقية والتربوية بالنادرة في قسم الكيمياء.

الإطار النظري والدراسات السابقة:

يتناول هذا الجزء الإطار النظري والدراسات السابقة للدراسة في قسمين، وفيما يلي تفصيل ذلك:

أولاً: الإطار النظري:

يتكون الإطار النظري للبحث من محورين، ويتناول هذا القسم عرضاً للأدب النظري ذي العلاقة بمفاهيم النانو تكنولوجي، والتحصيل.

تُعدُّ ثورة النانو تكنولوجي من المجالات الحديثة التي ظهرت في القرن الحادي والعشرين، والتي يرى البعض بأنها ستغير وجه البشرية في السنوات القليلة المقبلة, وذلك بحل المشكلات التي تواجه البشرية في مجالات متعددة؛ ولذا تسعى التربية لإجراء خطوات استباقية لمساعدة المتعلمين للإلمام بلغة النانو تكنولوجي، وحيث أن مناهج العلوم بفروعها: (فيزياء-كيمياء-أحياء) إحدى المجالات التي تخدم النانو تكنولوجي؛ لذا يهدف هذا الجزء من البحث الحالي لعرض أدبياته من خلال معالجة المحاور الرئيسة فيه والتي تتمثل بمفاهيم النانو تكنولوجي، والتحصيل، وفيما يلي عرض لهذين المحورين وهي:

المحور الأول: النانو تكنولوجي (Nanotechnology) :

تعتمد النانو تكنولوجي على مبدأ المكونات الأساسية للمادة المتمثلة في الذرات والجزيئات، فالذرات هي الأجسام البنائية لكل شيء في الكون، وتتجمع الذرات والجزيئات مع بعضها البعض لتشكيل مواد جديدة.

وتُعدُّ ثورة النانو تكنولوجي البوابة الرئيسية لدخول عصر التقدم العلمي والتكنولوجي في القرن الحادي والعشرين. ومن أجل الدخول الناجح والفاعل لهذه التكنولوجيا لابد من نشر ثقافة الوعي بها بين المجتمعات وإعداد العنصر البشري عبر التعليم والتدريب.

وللتعرف على مفهوم النانو تكنولوجي فلقد عرفه السايح؛ وهاني (2009) بأنه: "معالجة وملاحظة المواد بمقياس النانومتر، وهو بحث وتطوير تكنولوجي على المستوى الذري والجزيئي عند مستوى (1- 100) نانومتر، بهدف إعطاء تفسير جوهري للظاهرة والمواد في مجال النانو، وأيضاً لإنشاء واستخدام المواد والأدوات ذات الوظائف والخصائص الجديدة المتناسبة مع حجمها الصغير" (ص212).

بينما تعرفه شلبي، نوال ب (2012) بأنه: "علم يختص بهندسة الأشياء أصغر من 100نانومتر، وكذلك البحث والسيطرة والتحكم في المادة ذات البعدين الذري والجزيئي، ويتعامل مع بنى أحجامها التي تقع بين (1- 100) نانومتر بهدف تصنيعها ومراقبتها وقياس ودراسة خصائصها" (ص16).

أهمية تعليم وتعلم النانو تكنولوجي :

حددت شلبي (2012) أهمية تعليم وتعلم النانو تكنولوجي في النقاط الآتية:

1 -الإلمام بلغة النانو تكنولوجي عن طريق تعلم المفاهيم المرتبطة بالتطبيقات الحياتية للنانو تكنولوجي .

2 -تعلم المهارات الأساسية المتطلبة للحياة بنجاح في ضوء الاختيارات المتاحة والمخاطر التي يسببها نتيجة الإفراط في استخدام تطبيقاتها .

3 -تعلم المفاهيم المرتبطة بتطبيقات النانو تكنولوجي يشجع المتعلمين لاختيار مسارات أكاديمية في مجال النانو تكنولوجي .

4 -يتم التغلب على المفاهيم الخاطئة في مجال النانو تكنولوجي من خلال دراسة مفاهيم النانو بشكل متكامل مع المفاهيم العلمية .

5 -من خلال انتشار تطبيقات النانو تكنولوجي في جميع المجالات، مثل: الطب، والزراعة، والصناعة، والطاقة، والبيئة، والإلكترونيات؛ يجعل من الضرورة على سوق العمل والمؤسسات التعليمية .

6 –تخريج متخصصين وأيادٍ عاملة للقيام بالمهن المرتبطة بهذا المجال، ولا يتم ذلك إلا بدمج مفاهيم النانو بالمناهج الحالية في المدارس والجامعات، وخاصة مناهج العلوم لمختلف المراحل التعليمية (ص14–15).

وقد لخصت غياضة (2016) أهمية وفوائد النانو تكنولوجي على النحو الآتي:

1 –تكمن أهمية النانو تكنولوجي بالدرجة الأولى في اعتمادها على خواص المواد النانوية المتميزة والتي تختلف في الخصائص بشكل كامل عن خصائصها في الحجم الاعتيادي .

2 –دقة المواد والمنتجات النانوية أكبر من المواد والمنتجات المصنوعة بطريقة تقليدية.

3–دخولها في كافة المجالات الطبية، والزراعية، والإلكترونية، والحاسوبية، والمعلوماتية، والبتروكيميائية، والعسكرية، والحيوية، وغيرها.

4–تعدد أساس النانو، فمبادئه تعتمد على: الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والهندسة الكهربائية، والكيميائية، وتخصص الصيدلة أيضاً (ص19).

تضمين تقنية النانو تكنولوجي في المناهج:

إن تقنية النانو تكنولوجي تمثل تحدياً حقيقًا للأنظمة التعليمية بما يجعل الحاجة إلى تطوير المناهج وإصلاح التعليم أولوية قصوى لمقاومة الإدراك المتأني لما يحدث من تطورات غيرت مجرى حياة الأمم بتضمين التكنولوجيا المعاصرة بالمناهج؛ لتخطى أزمة التعليم الحالية، ونشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق، ودمج التكنولوجيا المتطورة في التعليم والحياة العامة، وتحسين مخرجات العملية التعليمية، وتربية أجيال حديثة قادرة على تطوير المجتمع، وحل مشكلاته بطريقة علمية مستنيرة.

لقد أصبح إنتاج جيلٍ جديدٍ من العلماء والمهندسين والعمال المهرة ضرورة ويكون هذا الجيل متسماً بالمهارات العامة ومهارات القرن الحادي والعشرين، ويتسم أيضاً بالمرونة، جيلًا متعدد التخصصات لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وخلق استراتيجية وطنية للريادة العلمية، والتقدم العلمي جيل يسعي لرقي الأمة، وذلك من خلال تضافر جهود الدولة في وضع معايير وطنية لمناهج متعددة التخصصات، ليس فقط مناهج العلوم والرياضيات والتكنولوجيا التي تتناول تقنية النانو (nanotechnology) في مرحلة رياض الأطفال حتى الثاني عشر(K–12) ، التعليم الغير النظامي، والتعليم الفني والمتخصص من خلال المراحل الجامعية والدراسات العليا والتشجيع علي التعليم المستمر وتعليم العلوم غير الرسمية، والتثقيف الشخصي، وعمليات التدريب والتطوير المهني (الملاح وخضر: 2017، ص 294–295).

النانو تكنولوجي وتدريس العلوم:

يعتمد نجاح أي نظام تعليمي على نوعية الممارسات التعليمية التي يقوم بها المعلم داخل الفصل الدراسي، وفى الوقت الراهن يعيش العالم جملة من المستحدثات التكنولوجية والتغيرات المتلاحقة في الحياة؛ مما يحتم على التربويين إعادة النظر في المنظومة التعليمية، بحيث تتواكب مع هذا التطور وخاصة النانو تكنولوجي، ذلك العلم الجديد الذي فتح الآفاق أمام كثير من العلماء، ولذلك بعد تزويد المعلم بقدر من الثقافة العلمية التي تمكنه ومن ثم تمكن تلاميذه من التعامل بفاعلية مع المعرفة العلمية وتطبيقاتها الحديثة إحدى الغايات المنشودة للعملية التعليمية (مُحَمَّد: 2017، ص 15).

وأكدت نتائج دراسة طه (2014) إلى ضرورة الاهتمام بمعلمي العلوم قبل الخدمة بالمفاهيم والمعارف المرتبطة بالنانو تكنولوجي، مما ينعكس بالإيجاب على الأهداف المرجوة من التربية .

وأوصت دراسة أحمد (2015) بضرورة العمل على تنمية معلومات ومهارات واتجاهات الطلاب المعلمين بالنانو تكنولوجي وتطبيقاتها من خلال إدراج هذه المفاهيم وتطبيقاتها بالبرامج الأكاديمية لإعدادهم في كليات التربية .

وانطلاقاً من أهمية إدخال النانو تكنولوجي في المناهج الدراسية بوجه عام وتدريس العلوم بوجه خاص، فقد أشارت بعض البحوث والأدبيات التربوية بعض الاقتراحات التي يمكن من خلالها تفعيل وزيادة أثر النانو تكنولوجي في العملية التعليمية على النحو الآتي:

1 –إعداد مقررات وبرامج تختص في موضوعات النانو تكنولوجي لإدخالها في برامج إعداد المعلمين، وكذلك استقطاب المختصين لتدريس هذه الموضوعات وتوفير المعامل والتقنيات الحديثة .

2 –تطوير وإصلاح التعليم لمواكبة مجال النانو تكنولوجي بداية من مخططي المناهج، والمعلمين والمعلمات .

رفع مستوى الوعي العام وثقافة المجتمع بما في ذلك النانو تكنولوجي.

3 –تجهيز البيئة التعليمية لتواكب تطوير المقررات في ضوء تقنية مستقبل النانو تكنولوجي، بالإضافة لتوفير الوسائل التعليمية والتقنيات الحديثة.

4 –تسهيل الاتصال بمراكز علوم وأبحاث النانو تكنولوجي التي يتوفر لديها جهات متخصصة بتوفير المعلومات الصحيحة والسليمة عن النانو.

5 –إدخال مقررات متكاملة لعلوم النانو تكنولوجي من خلال مناهج مكتوبة أو معدة بشكل برامج حاسوبية، بتجاربها وتطبيقاتها في كليات التربية والعلوم والهندسة (مُحَمَّد: 2017، ص16).

دور معلم العلوم تجاه مناهج النانو تكنولوجي:

نظراً للاهتمام العالمي والمحلي بثورة المعلومات وتكنولوجيا المواد متناهية الصغر، فقد بدأ إعداد المعلم ورفع مستوى أدائه علمياً ومهنياً باعتباره أحد الأعمدة الأساسية في العملية التعليمية، وتوظيف قدراته وتوجيه مهاراته لمساعدة المتعلمين على تحقيق أهدافهم، وبصفة خاصة معلمي العلوم حيث يقع عليهم الدور الكبير وتحمل مسؤولية تدريس النانو تكنولوجي وتطبيقاتها، لأنها امتداد لهذه التطورات العلمية والتقنية (طه: 2014، ص427-428)، .(Lin, Show-Yu et al: 2015,P 25)

ويضيف الملاح وخضر (2017): ينبغي إعداد معلمين يمتلكون قدراً كافياً من المعرفة عن النانو تكنولوجي، وذلك في أثناء برنامج إعداده أكاديمياً قبل الخدمة واتّباع ذلك ببرامج تنمية مهنية في أثناء وبعد الخدمة لرفع كفاءته وإكسابه المهارات اللازمة لتدريس المناهج المتضمنة لتقنية النانو تكنولوجي (ص299).

ويمكن توضيح أهم الأدوار التي يقوم بها المعلم لتحقيق دور فعال في تدعيم مناهج النانو تكنولوجي على النحو الآتي:
(Ghattas& Carver: 2012, P272-273), (Simonneaux: 2013,P 23-78).

1 –أن يتبع مهارات تدريسية تهتم بالاحتياجات والتوقعات المتنوعة والمتباينة للمتعلمين.

2 –أن يطور فهماً عملياً للنانو تكنولوجي، مع استمرار تركيزه على الدور التعليمي الشخصي له.

3 –أن يعمل بكفاءة مرشداً وموجهاً للمحتوى التعليمي.

4 –تشجيع المتعلمين على الدقة في الملاحظة وشمولها لتفاصيل أكثر أهمية .

5 –تقديم تغذية راجعة بناءة وواضحة وبصورة متكررة حتى يستطيع المتعلمين معرفة قدراتهم وجهودهم والسعي من أجل تحسينها.

علاقة النانو تكنولوجي بالعلوم الأخرى:

تعد النانو تكنولوجي من أهم التقنيات في يومنا هذا وفي المستقبل وأصبحت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في كل مجالات العلم، لما لها من أهمية في تحسين المنتجات وعلاج الأمراض وخدمة البشرية في مجالات الحياة جميعها، بالإضافة إلى أنها تعطى أملاً كبيراً للثورات العلمية في المستقبل الفيزياء والكيمياء، والأحياء، والهندسة وغيرها (غياضة: 2016، ص27).

وقد وصفت سلامة (2009) وضع النانو تكنولوجي الحالي بالنسبة للعلوم الأخرى ذات العلاقة الوثيقة بها، فهي ترى أن النانو تكنولوجي علم هجين يعتمد على التداخل بين مختلف العلوم الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والميكانيكية والإلكترونية، وعلوم المواد الهندسية، وتقنية المعلومات؛ بهدف دراسة الهياكل البنائية للمادة؛ فالذرات والجزيئات تنجذب لبعضها، والأشكال متسمة لأشكال أخرى؛ بسبب الشحنات المتجاذبة تماماً كالمغناطيس، فالأيون موجب الشحنة ينجذب للأيون سالب الشحنة، فإذا انجذبت ملايين من الذرات إلى بعضها البعض بواسطة آلات نانوية سوف يتكون منتج جديد له شكله الخاص بمواصفات جديدة (ص31).

ومن الدراسات التي تناولت النانو تكنولوجي دراسة دراز (2023)، ودراسة الكامل (2023)، ودراسة القباطي والحكيمي (2022)، ودراسة جاد (2022)، ودراسة أحمد، سامية (2020)، ودراسة الباوي وآخرين (2020)، ودراسة غياضة، هديل (2016)، ودراسة لبد، أمل (2013)، ودراستا شلبي، نوال (2012).

المحور الثاني: التحصيل الدراسي(Academic Achievement):

إن التحصيل الدراسي ظاهرة اهتمت بها الدراسات التربوية والنفسية معاً، وذلك لتعقدها وتداخل مجموعة من المتغيرات العقلية وغير العقلية فيها، فهو يحدد التقدم الذي يحققه الطالب من المعلومات أو المهارات ومدى تمكنه منها، فالتحصيل يُعد من أهم الموضوعات التي شغلت الأبحاث والدراسات فهو يُعد أساس العملية التربوية والتعليمية.

التحصيل الدراسي(Academic Achievement):

يُعرف شحاتة والنجار (2003) التحصيل الدراسي على أنه: "مجموعة المعارف والمهارات المتحصل عليها والتي تم تطويرها من خلال المواد/المقررات الدراسية، والتي عادةً تدل عليها درجات الاختبار أو الدرجات التي يخصصها المعلمون أو بالاثنين معاً" (ص89).

ويعرف الثقفي (2015): التحصيل الدراسي بأنه: "المعرفة والفهم والمهارات التي اكتسبها الطالب نتيجة خبرات تربوية محددة" (ص44) .

ويُعرف التحصيل الدراسي بأنه: "درجة اكتساب الطالب التي يحققها الفرد، أو مستوى النجاح الذي يحرزه أو يصل إليه في مادة دراسية أو مجال تعليمي أو تدريسي معين" (علام: 2000، ص305) .

أهداف التحصيل الدراسي:

يهدف التحصيل الدراسي في المقام الأول إلى الحصول على المعارف والمعلومات والاتجاهات والميول والمهارات التي تبين مدى استيعاب الطلبة لما تعلوه في المواد الدراسية المقررة، وكذلك ما حصله كل واحد منهم من محتويات تلك المواد لأجل الحصول على ترتيب لمستوياتهم، بغية رسم صورة لاستعداداتهم الشخصية، من أجل ضبط العملية التربوية.

وعلى العموم فإن أهداف التحصيل الدراسي عديدة يمكن تحديدها على النحو الآتي :

1 –معرفة قدرة الطالب واكتشاف مواهبه، وعليه يتم تشجيع المتفوقين منهم.

2 –يعمل التقويم على تحفيز الطلبة على الاستذكار والتحصيل.

3 –معرفة مواطن الضعف لدى الطلبة من الناحية التربوية والنفسية، حتى يتمكن المعلم من مساعدتهم ومحاولة توجيههم.

4 –إعداد المواد والمقررات لكل مستوى دراسي وترتيبها حسب الأهمية (جلول وحمو: 2021، ص59).

أهمية التحصيل الدراسي:

تظهر أهمية التحصيل الدراسي في الآتي:

1 –يعمل على تحقيق التقدم، حيث إن المجتمعات تتقدم بناء على تطلعاتها المختلفة بحسب ما توفره لها مخرجات التقدم.

2 –يعتبر من أهم النشاطات العقلية التي يقوم به الطالب الذي يظهر من خلاله مدى تفوقه الدراسي.

3 –يعمل على قياس مدى الاستفادة التي يحصل عليها الطالب ومعرفة مستواه.

4 –التحصيل الدراسي يساعد الطالب على معرفة نقاط القوة والضعف لديه ومعالجتها (يونسي: 2012، ص103–104).

خصائص التحصيل الدراسي:

يكون التحصيل الدراسي غالباً أكاديمياً نظرياً وعلمياً يتمحور حول المعارف والميزات التي تجسدها المقررات الدراسية المختلفة خاصة، والعملية التعليمية عامة، ولذا فإن التحصيل يتميز بعدة خصائص منها :

1 –أنه محتوى مجموعة من المقررات لكل واحد منها معارف خاصة به.

2 –يظهر عادةً من خلال الإجابات عن الامتحانات الفصلية الدراسية الكتابية والشفوية.

3 –يعتني بالتحصيل السائد لدى أغلبية المتعلمين العاديين داخل غرفة الدراسة، ولا يهتم بالميزات الخاصة.

4 –أسلوب جماعي يقوم على توظيف امتحانات وأساليب ومعايير جماعية موحدة في إصدار الأحكام التقويمية (مزيود: 2009، ص181).

أسباب ضعف التحصيل الدراسي:

بينت تونسية (2012) أن ضعف التحصيل الدراسي يرجع لعدة أسباب، منها:

–ذاتية: ذات علاقة بالفرد وأخرى بيئية تتصل بالمناخ المحيط بالفرد، لاسيما المناخ الأسري والمدرسي.

–اجتماعية: تسبب تدني التحصيل الدراسي للطلبة والتي تتعلق بالصحبة السيئة والمشكلات الأخلاقية.

–نفسية: تتعلق بعدم الثقة بالنفس والإهمال وسائر الاضطرابات السلوكية.

–صحية: مرتبطة بكثرة الغياب والمعوقات السمعية أو البصرية أو الذهنية أو الحركية ذات الصلة بعدم القدرة على التركيز وأداء المهام المدرسية بطريقة مريحة.

وهناك عوامل أخرى مثل جودة الإدارة المدرسية ودورها في تشكيل البيئة المدرسية الفعالة مثل:

–المشكلات الجسدية مثل: ضعف البنية الجسدية، أو وجود مشكلات في النظر أو السمع.

–فقدان الرغبة في الدراسة أو ضعف الدافعية بسبب البيئة المدرسية أو المعلم.

–معاناة الطالب من المشكلات الأسرية، مثل: التفكك الأسري والعنف الأسري أو الخلافات المستمرة.

–عدم إدارة الوقت وضياعه في الأمور الترفيهية، كمشاهدة التلفاز، أو استخدام الإنترنت .

–عدم توفر وسائل الترفيه لتشجيع الطالب على الدراسة بأساليب حديثة (ص103–104).

ومن الدراسات التي تناولت التحصيل دراسة السناني وآل عبدالسلام (2023)، ودراسة الحربي وآخرين (2023)، ودراسة الرقيعي وآخرين (2023)، ودراسة الدوسري والعتيبي (2023)، ودراسة الفايز (2023)، ودراسة أبو عماشة (2023)، ودراسة الرشيد (2022).

ثانياً: الدراسات السابقة :

يتناول هذا القسم أهم الدراسات السابقة ذات العلاقة بالدراسة الحالية، حيث تم استعراض أهم العناصر التي تفيد الدراسة، كالأهداف، والمنهجية المستخدمة، والأداة، والعينة، والأساليب الإحصائية، وأهم النتائج، وفيما يأتي عرض تلك الدراسات في محورين هما:

المحور الأول: الدراسات التي اهتمت بالنانو تكنولوجي:

الدراسات العربية:

دراسة دراز (2023):

هدفت إلى التعرف على فاعلية مقرر مقترح لتنمية الاستيعاب المفاهيمي لفيزياء النانو وتطبيقاتها التكنولوجية، والاتجاه نحوها لدى طلبة شعبة الفيزياء بكلية التربية؛ ولتحقيق ذلك استخدم الباحث المنهج شبه التجريبي القائم على الاختبارين القبلي والبعدي، وتكونت العينة من (64) طالباً وطالبة في الفرقة الرابعة شعبة الفيزياء بكلية التربية جامعة دمنهور، قسمت إلى مجموعتين إحداهما تجريبية (32) طالباً وطالبة، والأخرى ضابطة (32) طالباً وطالبة، وقد أشارت النتائج إلى فاعلية المقرر المقترح في تنمية الاستيعاب المفاهيمي لفيزياء النانو والاتجاه نحوها، وقد أوصى الباحث بدمج المقرر المقترح ضمن برامج إعداد معلم الفيزياء بكليات التربية، وعقد دورات تدريبية لمعلمي الفيزياء لتنمية الاستيعاب المفاهيمي لديهم حول مفاهيم فيزياء النانو وتطبيقاتها التكنولوجية.

دراسة الكامل(2023):

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة فاعلية برنامج قائم على هندسة الفركتال في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي والتفكير الهندسي لدى طلبة الرياضيات بكلية التربية – جامعة صنعاء، وقد استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي ذي المجموعتين (التجريبية والضابطة)، وتكونت عينة الدراسة من (43) طالباً وطالبة في المستوى الثاني بقسم الرياضيات في كلية التربية جامعة صنعاء، وزعوا بطريقة عشوائية إلى مجموعتين (23) طالباً وطالبة مجموعة تجريبية، و (20) طالباً وطالبة مجموعة ضابطة، وأظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) في مقياس مفاهيم النانو تكنولوجي لصالح المجموعة التجريبية تعزى إلى البرنامج المستخدم، ووجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطات درجات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية تعزى إلى البرنامج المستخدم، وفي ضوء النتائج أوصت الدراسة بضرورة تضمين العملية التعليمية مفاهيم حديثة، كهندسة الفركتال والنانو تكنولوجي وغيرها؛ مما يجعل المتعلمين منفتحين على معطيات العالم المعاصر ومستجداته.

دراسة القباطي، غيداء والحكيمي، إشراق(2022):

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة مدى تضمن كتاب العلوم للصف التاسع الأساسي في الجمهورية اليمنية على مفاهيم تكنولوجيا النانو، وتمثلت عينتها من جميع موضوعات الكتاب بجزأيه الأول والثاني والبالغة (53) موضوعاً، موزعة على (16) وحدة دراسية. ولتحقيق هدف هذه الدراسة استخدمت الباحثتان أداة تكونت من قائمة بمفاهيم تكنولوجيا النانو، تضمنت (30) مفهوماً، شملت مجالات العلوم الثلاثة: (الكيمياء، والفيزياء، والأحياء)، وقد أُعدّت بعد الاطلاع على الأدب التربوي والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع هذه الدراسة ثم معرفة صدقها، وتم تحويلها إلى استمارة تحليل بعد معرفة الخصائص السيكومترية لها، وذلك بغرض تحليل محتوى الكتاب وجمع البيانات على ضوئها، وفق المنهج الوصفي بأسلوب تحليل المحتوى، وأسفرت النتائج عن كتاب العلوم للمفاهيم بنسبة ضئيلة جداً، حيث بلغت ما نسبته (30%) بشكل صريح وضمني، وتعتبر نسبة غير مقبولة تربوياً. وأوصت الباحثتان بضرورة تضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في مناهج التعليم الأساسي مع إعادة النظر في محتوى مناهج التعليم العام الخاصة بفروع العلوم الأساسية: (الكيمياء، والفيزياء، والأحياء)، وإثرائها وتطويرها على ضوء مفاهيم تكنولوجيا النانو. وبناء على نتائج عملية التحليل قامت الباحثتان بوضع خطة تصور مقترح لتضمين مفاهيم تكنولوجيا النانو في محتوى مناهج العلوم، وخاصة منهج الصف التاسع.

دراسة جاد، إيمان (2022):

هدف البحث إلى إعداد برنامج مقترح في تكنولوجيا النانو البيئية والتعرف على فاعليته في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية والتفكير الاستراتيجي لدى الطلاب المعلمين تخصص علوم بيولوجية وجيولوجية وبيئية، وتكونت عينة البحث من (53) طالباً وطالبة بالفرقة الرابعة شعبة علوم بيولوجية وجيولوجية وبيئية بكلية التربية جامعة أسيوط، وقد استخدم الباحث المنهج التجريبي ذو المجموعة الواحدة، وأظهرت النتائج فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات حل المشكلات البيئية والتفكير الاستراتيجي، وأوصى البحث بتضمين موضوعات تكنولوجيا النانو البيئية المقترحة في مقررات العلوم البيئية التي يدرسها الطلاب المعلمين شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية والبيئية.

دراسة عبداللطيف، ندى(2021):

هدف البحث إلى تنمية مهارات التفكير الإبداعي في مادة الكيمياء لدى طالبات الصف الأول الثانوي باستخدام وحدة تعليمية مقترحة قائمة على تكنولوجيا النانو، وقد اعتمدت الباحثة على المنهجين الآتيين: المنهج الوصفي التحليلي، والمنهج التجريبي ذي المجموعة الواحدة، وقد تكونت عينة البحث من (30) طالبة بمدرسة الشهيد مصطفى أبو زيد الثانوية للبنات بمحافظة الجيزة، وتوصلت الباحثة إلى وجود فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات طالبات المجموعة التجريبية ولصالح التطبيق البعدي، كما أثبتت النتائج أن للوحدة المقترحة فاعلية وحجم تأثير كبير في تنمية مهارات التفكير الإبداعي للطالبات.

دراسة أحمد، سامية(2020):

هدف البحث إلى تقصي فاعلية وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي قائمة على استراتيجيات التعليم المتمايز لتنمية الثقافة العلمية والدافعية نحو تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي أساليب التعلم المختلفة، وتكونت مجموعة البحث من (58) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الأول الإعدادي بمدرسة الجعافرة الإعدادية المشتركة بحري التابعة لإدارة دوار التعليمية بمحافظة أسوان؛ لتطبيق تجربة البحث في الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2020/2019م، وتحددت مشكلة البحث في انخفاض مستوى الثقافة العلمية المتعلقة بتقنية النانو تكنولوجي، والدافعية نحو تعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الأول الإعدادي، واعتمد البحث على المنهج الوصفي، والمنهج التجريبي، وتوصلت الدراسة إلى نتائج مؤداها وجود فرق دال إحصائياً عند مستوى (0.05) بين متوسطي درجات تلاميذ مجموعة البحث في التطبيق البعدي لاختباري الثقافة العلمية المرتبطة بتقنية النانو تكنولوجي، ومقياس الدافعية نحو تعلم العلوم، لصالح التطبيق البعدي، ونسبة الكسب المعدل لبلاك كانت مقبولة بالنسبة لنمو الثقافة العلمية المرتبطة بتقنية النانو تكنولوجي، والدافعية نحو تعلم العلوم، وحجم تأثير الاستراتيجية مرتفعاً بصفة عامة في كل من: الثقافة العلمية، والدافعية نحو تعلم العلوم، وبناءً على نتائج البحث أوصت الباحثة بضرورة إعادة صياغة وتنظيم وحدات منهج العلوم بالصف الأول الإعدادي وفقاً لـ "استراتيجيات التعليم المتمايز"، وتضمين وحدة النانو تكنولوجي المقترحة في محتوى منهج العلوم بالصف الأول الإعدادي، وعقد برامج تدريبية لمعلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية بهدف إكسابهم المهارات والكفايات اللازمة لاستخدام استراتيجيات التعليم المتمايز بنجاح في التدريس، وتبني استراتيجية واضحة من قبل الدولة؛ لنشر الوعي بالقضايا المرتبطة بعلم وتكنولوجيا النانو، من خلال تكثيف البرامج التدريبية ذات الصلة والنشرات التوعوية، والبرامج والإعلانات المطبوعة والمسموعة والمرئية.

دراسة الباوي، ماجدة وآخرين(2020):

هدف البحث إلى الكشف عن مفاهيم النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية ولتحقيق هدف البحث أعدت الباحثات أداة لتحليل الكتب على وفق هذه المفاهيم تكونت الأداة من أربعة محاور أساسية كل محور أساسي تكون من محاور فرعية (مفاهيم النانو تكنولوجي) مجموعها (29) مفهوماً، شمل مجتمع البحث كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية، وعينة

البحث هي كتب الفيزياء للصفوف الرابع العلمي والخامس التطبيقي والسادس التطبيقي) للكتب المعتمدة سنة (2020/2019)، وبعد إجراء عملية البحث تبين أن كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية لا تتضمن مفاهيم عن النانو تكنولوجي سوى نسبة ضئيلة ذكر فيها مقياس النانو.

دراسة خليل، عمر وآخرين(2017):

هدفت الدراسة إلى تعرف فاعلية برنامج في كيمياء النانو في تنمية تحصيل الطالب المعلم، وتكونت مجموعة الدراسة من (39) طالباً في الفرقة الرابعة شعبة الكيمياء بكلية التربية – جامعة أسيوط، وتطلبت الدراسة إعداد برنامج في كيمياء النانو وتم إخراجه في صورة كتاب للطالب المعلم، ودليل لتدريس موضوعات البرنامج الموجودة في كتاب الطالب وتمثلت أدوات الدراسة في اختبار التحصيل الدراسي، ومقياس التفكير التأملي. وقد تم تطبيق اختبار التحصيل الدراسي ومقياس التفكير التأملي قبلياً على مجموعة الدراسة، ثم تدريس موضوعات البرنامج، وأخيراً تم تطبيق اختبار التحصيل الدراسي، ومقياس التفكير التأملي بعدياً على مجموعة الدراسة، وتوصلت الدراسة إلى أن البرنامج ذو فاعلية في تنمية التحصيل، ومهارات التفكير التأملي للطالب المعلم شعبة الكيمياء، حيث أشارت نتائج التطبيق القبلي والبعدي لمجموعة الدراسة للاختبار التحصيلي، ومقياس التفكير التأملي إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.01) لصالح التطبيق البعدي، وتلك النتائج أكدتها قيم الكسب المعدل، وحجم الأثر التي تم حسابها في تنمية التحصيل ومهارات التفكير التأملي.

دراسة غياضة، هديل (2016):

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن مدى تضمن محتوى كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية لمتطلبات النانو تكنولوجي، ومعرفة مدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها، حيث استخدمت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي، وقد تكونت عينة الدراسة من (339) طالباً وطالبة من طلبة الصف الحادي عشر بمديرية غرب غزة مقسم إلى(171) طالبة و (168) طالباً وقد توصلت الدراسة إلى عدم وصول مستوى طلبة الصف الحادي عشر في اكتساب متطلبات النانو تكنولوجي لمستوى الإتقان (75%)، كما أكدت بوجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) يعزى لمتغير الجنس ولصالح الإناث.

دراسة لبد، أمل(2013):

هدفت هذه الدراسة إلى إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي، ومن ثمّ قياس أثره على مستوى الثقافة العلمية لطالبات الصف الحادي عشر، وقد اتبعت الباحثة المنهج البنائي لإعداد المادة الإثرائية المتضمنة لتطبيقات النانو تكنولوجي، كما اتبعت الباحثة المنهج التجريبي لتدريس المنهج المثرى لعينة الدراسة، وقد تكونت عينة الدراسة من (40) طالبة من طالبات الصف الحادي عشر علوم إنسانية، حيث أظهرت النتائج أن مستوى الثقافة العلمية للطالبات وصل إلى (73.75%) وهي أعلى من المعدل الافتراضي(70%) والذي حُدد كمعدل مقبول تربوياً وهذا يُعزى إلى المادة الإثرائية.

دراسة شلبي، نوال (2012 أ):

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد المفاهيم النانو تكنولوجية التي يجب أن تتضمنها الوحدة المقترحة، حيث استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي لتطبيق الدراسة عينة مكونة من (64) طالبة مقسمة على مجموعتين كل منها (32) طالبة، وقد أكدت نتائج الدراسة تفوق طالبات المجموعة التجريبية التي درست الوحدة المقترحة على المجموعة الضابطة في هذا الصدد.

دراسة شلبي، نوال (2012 ب):

هدفت هذه الدراسة إلى وضع تصور مقترح لمقرر النانو تكنولوجي لطلاب المرحلة الثانوية، قائم على المدخل البيني، حيث استخدمت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي لتحديد مفاهيم العلوم ذات العلاقة بتكنولوجيا النانو.

دراسة السايح وهاني(2009):

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على فاعلية وحدة مقترحة متضمنة بعض مفاهيم النانو تكنولوجي في التحصيل وتنمية الاتجاهات نحو النانو تكنولوجي، وقد استخدم الباحثان المنهج الوصفي لتحديد ووصف مفاهيم النانو تكنولوجي المستخدمة في تقويم منهج العلوم، كما استخدما المنهج التجريبي لتجريب الوحدة المقترحة، وكانت عينة الدراسة (90) تلميذاً من الصف الثاني الإعدادي، وأكدت النتائج فاعلية الوحدة المقترحة في تنمية التحصيل الدراسي، والاتجاهات نحو النانو تكنولوجي.

الدراسات الأجنبية:

دراسة:Shaimaa, Selim, et.al (2015)

هدفت هذه الدراسة إلى تضمين مفاهيم وتطبيقات تقنية النانو في مناهج الفيزياء للمرحلة الثانوية، نظراً لافتقار منهج الفيزياء لهذه المفاهيم التي تدخل في صناعات كثيرة تُسهم في إنتاج مواد جديدة في ميادين الطب والهندسة والزراعة والعقاقير والاتصالات والدفاع والفضاء، وفي ضوء ذلك تحاول هذه الدراسة الإجابة عن السؤال: ما المفاهيم النانوية التي يجب تضمينها في منهج الفيزياء للمرحلة الثانوية في مصر؟ من أجل ذلك قام الباحثون بتحليل مناهج الفيزياء (عينة الدراسة) في بعض البلدان وفي الثلاثة الصفوف للتعليم الثانوي في مصر، وجهزوا قائمة بـ (52) مفهوماً لإدخالها في مناهج الفيزياء للمرحلة الثانوية، ووُزعت هذه المفاهيم على خمس وحدات أساسية حيث اشتملت: الوحدة الأولى على (20) مفهوماً، والثانية (11) مفهوماً، والثالثة (8) مفاهيم، والرابعة (8) مفاهيم، أما الخامسة فقد اشتملت على (5) مفاهيم.

دراسة:Dimitris, S. et. Al (2015)

أدركت هذه الدراسة الفوائد الكامنة لتقنية النانو نظراً لإسهاماتها في محو الأمية العلمية لأجيال المستقبل، وقد حدد الباحثون تسعة أفكار كبيرة جديرة بتدريسها لفهم القضايا المتعلقة بتقنية النانو، وبناءً على تلك الأفكار طوَّرت رؤية تعلُّمية تعلُّيمية لطلاب المستوى الأدنى (ثامن)، حيث تركَّز على المفاهيم الأساسية لتقنية النانو، والتي دُرِّست في صف يتكون من (15) طالباً من طلبة الصف الثامن والذين تتراوح أعمارهم بين (14،15) سنة. بسبع جلسات تعليمية حيث استمرت كل جلسة لمدة (90) دقيقة، وقد جُمعت البيانات من خلال: (استبيانات، ومقابلات، وملاحظات ميدانية، وأوراق الطلاب) وأظهرت النتائج مؤشرات مشجعة لتدريس مواضيع تقنية النانو حتى في المستويات الدنيا من مراحل التعليم في اليونان.

دراسة:Abdulwahab, M, et.al (2012)

قامت هذه الدراسة بإجراء مقارنة لمحتوى تقنية النانو في الجامعات الماليزية، وجامعات أخرى في: (أمريكا – المملكة المتحدة – سنغافورة – أستراليا)، ومن خلال المقارنة اتضح أن منهج الهندسة في الجامعات الماليزية ما زال متأخراً في تقديم تقنية النانو في بعض مواد برنامج البكالوريوس. وعليه فإنه من الأهمية تدريس تقنية النانو لطلاب البكالوريوس في الهندسة، لإعدادهم للمهن التي تتطلب هذه التقنية كمادة عامة مختارة لطلاب المستوى الثالث والرابع والتي يجب أخذها في الاعتبار من قبل جميع طلاب الهندسة لفهم أساسيات علم النانو من حيث المواد ذات الأهمية في (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء) لمرحلة ما قبل الجامعة. وقد أسفرت الدراسة عن عدد من التوصيات، منها: أنه يجب تدريس تقنية النانو من خلال إيجاد بيئات تتمركز حول المعرفة والتعليم داخل غرفة الصف وخارجها نظراً لأن هذه التقنية تتطور بسرعة، وتتطلب الكثير من الأفكار الإبداعية بالإضافة إلى فهم مفاهيمها. كما ينبغي إعادة تدريب المحاضرين في هذا المجال لاستخدام تقنية النانو في أعمالهم البحثية.

المحور الثاني: الدراسات التي اهتمت بالتحصيل الدراسي:

الدراسات العربية:

دراسة السناني وآل عبدالسلام(2023):

هدف هذا البحث إلى الكشف عن فاعلية توظيف الواقع المعزز في تدريس العلوم على تنمية التحصيل الدراسي والتفكير البصري لطلبة الصف الرابع الأساسي، وقد استخدم الباحثان المنهج شبه التجريبي، وقسمت عينة البحث إلى مجموعتين إحداهما تجريبية وعددها (26) طالباً، والأخرى ضابطة وعددها (26) طالباً، وتوصلت نتائج البحث إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (0.05) في التطبيق البعدي لكلٍ من الاختبار التحصيلي ومقياس التفكير البصري بين المجموعتين التجريبية والضابطة ولصالح المجموعة التجريبية.

دراسة الحربي وآخرين(2023):

هدف البحث إلى الكشف عن فاعلية برنامج مقترح قائم على معايير الجيل القادم (NGSS) في تنمية التحصيل واتخاذ القرار لدى تلاميذ الصف الخامس بدولة الكويت؛ ولتحقيق هدف البحث استخدمت الباحثات المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة البحث من (33) تلميذة في المجموعة التجريبية، و (33) تلميذة في المجموعة الضابطة، وأظهرت نتائج البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ومقياس اتخاذ القرار لصالح المجموعة التجريبية، كما أظهرت النتائج فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل واتخاذ القرار، وأوصت الباحثات بضرورة الاهتمام بتنمية التحصيل واتخاذ القرار في المواقف الحياتية لدى تلميذات المرحلة الابتدائية.

دراسة الرقيعي، وآخرين(2023):

هدف البحث إلى قياس فاعلية بيئة تعلم إلكترونية شخصية لتنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز في منهج العلوم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بالسعودية، ولتحقيق هذا الهدف صمم الباحثون بيئة تعلم إلكترونية شخصية في الوحدة الأولى من منهج العلوم للصف الثاني المتوسط بالفصل الدراسي الثاني باستخدام نموذج مُحَمَّد إبراهيم الدسوقي، حيث استخدموا التصميم شبه التجريبي ذي المجموعتين الضابطة والتجريبية، وتكونت عينة الدراسة من (48) تلميذاً وزعوا على مجموعتين، إحداهن تجريبية وعددهم (24) تلميذاً تم تدريسهم وفق بيئة التعلم الإلكترونية الشخصية، والأخرى ضابطة وعددهم (24) تلميذاً تم تدريسهم بالطريقة الاعتيادية، وقد أشارت النتائج إلى فاعلية بيئة التعلم الإلكترونية الشخصية في تنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز في العلوم لدى تلاميذ المجموعة التجريبية، وأوصى الباحثون بتوظيف بيئات التعلم الإلكترونية الشخصية في تدريس العلوم، وتدريب معلمي العلوم بالمرحلة المتوسطة على تصميم بيئات التعلم الإلكترونية الشخصية.

دراسة الدوسري والعتيبي(2023):

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن فاعلية استراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات في تنمية التحصيل الدراسي في الرياضيات والاتجاه نحوها لدى طالبات المرحلة المتوسطة في محافظة الخرج، ولتحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحثان المنهج شبه التجريبي، وتكونت عينة الدراسة من (34) طالبة وزعت على مجموعتين، إحداهن تجريبية وعددهن (17) طالبة تم تدريسهن وفق استراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات، والأخرى ضابطة وعددهن (17) طالبة تم تدريسهن بالطريقة الاعتيادية، وتوصلت الدراسة إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطي درجات المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي ومقياس الاتجاه لصالح المجموعة التجريبية، حيث كان حجم الأثر كبيراً بلغ (0.554)، و (0.331) على الترتيب.

دراسة الفايز(2023):

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن فاعلية استراتيجية المناظرة في تنمية التحصيل الأكاديمي ومهارات التفكير النقدي عند تدريس منهج اللغة العربية لدى طالبات الصف الثالث المتوسط في مدينة حائل، ولتحقيق هدف الدراسة استخدمت الباحثة المنهج التجريبي، وقد تكونت عينة الدراسة من (52) طالبة من مدرستين مختلفتين: حيث كانت المجموعة التجريبية (26) طالبة، والمجموعة الضابطة (26) طالبة، وأظهرت النتائج فاعلية استراتيجية المناظرة في تنمية التحصيل الأكاديمي ومهارات التفكير النقدي لدى طالبات المجموعة التجريبية.

دراسة أبو عماشة(2023):

هدف هذا البحث إلى التعرف على فاعلية استخدام نموذج التعلم الفائق في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي، ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، ولتحقيق هدف البحث استخدم الباحث المنهج شبه التجريبي، حيث تم تدريس تلاميذ المجموعة التجريبية وفق نموذج التعلم الفائق، وتم تدريس تلاميذ المجموعة الضابطة بالطريقة المعتادة، وتكونت عينة البحث من (76) تلميذاً وزعوا إلى مجموعتين تجريبية وضابطة، في كل مجموعة (38) تلميذاً، وتوصلت نتائج البحث إلى فاعلية استخدام نموذج التعلم الفائق في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، وأصى الباحث بإعداد أدلة لمعلمي العلوم لمساعدتهم على التدريس باستخدام نماذج قائمة على التعلم الفائق.

دراسة الرشيد، سوسن(2022):

هدفت الدراسة الحالية إلى تصميم أنشطة تعليمية قائمة على الدردشة التفاعلية في مقرر التربية الأسرية وقياس أثرها على التحصيل الدراسي لدى طالبات الصف الثاني ثانوي بمدينة الطائف. واتبعت الدراسة المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين الضابطة والمجموعة التجريبية وتكونت عينة الدراسة من (60) طالبة. واستخدمت أداة الاختبار التحصيلي المعرفي القبلي والبعدي لجمع البيات وحللت الاستجابات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية .(SPSS) وكشفت نتائج الدراسة عن وجود فروق دالة إحصائياً عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين درجات الاختبار التحصيلي البعدي لدى طالبات المجموعتين التجريبية والضابطة. وكان ذلك لصالح طالبات المجموعة التجريبية في مستوى التذكر، ومستوى الفهم، ومستوى التطبيق. والدرجة الكلية تعزى لفعالية الأنشطة التعليمية القائمة على الدردشة التفاعلية. وأوصت الدراسة بأهمية تبني أنشطة التعلم القائمة على روبوتات للدردشة التفاعلية لتنمية التحصيل الدراسي أو المفاهيم العلمية. وتأهيل المعلمين لتصميمها وتنفيذها.

دراسة بدري، أمل عبدالغني(2021):

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن أثر تصميم وحدات تعلم مصغر نقالة بنمطي ممارسة الأنشطة والمهمات التطبيقية على التحصيل وتنمية اتخاذ القرار، ولتحقيق ذلك فقد استخدمت الباحثة المنهج الوصفي التحليلي، والتطويري، وشبه التجريبي، وقد تكونت عينة الدراسة من (47) طالباً موزعين على مجموعتين تجريبيتين. وأكدت النتائج التأثير الفعال لكل من النمطين المستخدمين لممارسة الأنشطة والمهمات التطبيقية على التحصيل ومهارات اتخاذ القرار ورضا الطلاب المعلمين.

دراسة سبحي، نسرين (2021):

هدف البحث إلى التعرف على أثر استخدام استراتيجية الأحداث المتناقضة في الفيزياء على التحصيل الدراسي وتنمية التفكير التأملي لدى طالبات الصف الثاني ثانوي بمدينة جدة. وقد استخدمت الباحثة المنهج شبه التجريبي ذي المجموعتين، تجريبية درست باستخدام استراتيجية الأحداث المتناقضة وضابطة درست بالطريقة التقليدية. وطُبق البحث خلال الفصل الدراسي الأول من العام 1441/1440هـ. وتكونت العينة من (54) طالبة، وُزعت على المجموعتين (التجريبية والضابطة) ضمت كل مجموعة (27) طالبة، وللإجابة عن أسئلة البحث أُعدت الأدوات وتمثلت في الاختبار التحصيلي واختبار التفكير التأملي ولتحليل البيانات

أستخدمت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية واختبار (ت) ومربع إيتا، وقد أظهرت نتائج الدراسة ما يلي: وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي لاختبار التحصيل الدراسي لصالح أفراد المجموعة التجريبية. وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسط درجات أفراد المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في القياس البعدي لاختبار مهارات التفكير التأملي بأبعاده المختلفة (الكشف عن المغالطات، والوصول إلى استنتاجات، وإعطاء تفسيرات مقنعة) لصالح أفراد المجموعة التجريبية. وفي ضوء نتائج البحث، قدمت الباحثة عدداً من التوصيات أهمها التخلي عن الأساليب التقليدية في التدريس وتطبيق استراتيجيات حديثة تعتمد على مشاركة الطالب في عملية التعلم، وعقد دورات تدريبية للمعلمات لتعريفهم باستراتيجية الأحداث المتناقضة، وتدريبهم على كيفية تطبيقها بالطرق العلمية الصحيحة، وقدمت بعض المقترحات أهمها: إجراء دراسة عن فاعلية استراتيجية الأحداث المتناقضة في العلوم على التحصيل الدراسي وتنمية التفكير التأملي لدى طالبات المرحلة المتوسطة.

دراسة عبدالمعطي، إسلام (2021):

هدفت الدراسة الحالية إلى معرفة أثر استخدام التعلم السريع على التحصيل وبقاء أثر التعلم والإبداع في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، وتكونت عينة الدراسة من (60) تلميذاً وتلميذة من تلاميذ الصف الثاني الإعدادي، قُسّمت إلى مجموعتين إحداهما تجريبية تكونت من (30) تلميذاً وتلميذة تدرس باستخدام التعلم السريع، والأخرى الضابطة تكونت من (30) تلميذاً وتلميذة تدرس باستخدام الطريقة المعتادة، وتضمنت المعالجة التجريبية إعادة صياغة وحدتي "المساحات" وعكس نظرية "فيثاغورث" ونظرية "إقليدس" من أجل تدريسها لتلاميذ المجموعة التجريبية باستخدام التعلم السريع، كما تضمنت أدوات الدراسة اختبارين، أحدهما: اختبار تحصيلي في وحدتي "المساحات" وعكس نظرية "فيثاغورث" ونظرية "إقليدس"، والثاني: اختبار في مهارات الإبداع في الرياضيات، وتم تطبيقهما على المجموعتين قبلياً للتأكد من تكافؤ المجموعتين وبعدياً لتحديد دلالة الفرق بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية، وكانت نتائج الدراسة تفوق تلاميذ المجموعة التجريبية الذين درسوا باستخدام التعلم السريع على تلاميذ المجموعة الضابطة الذين درسوا بالطريقة المعتادة. وتوصلت الدراسة إلى وجود أثر كبير لاستخدام التعلم السريع على التحصيل وبقاء أثر التعلم والإبداع في الرياضيات لدى تلاميذ الصف الثاني الإعدادي.

دراسة العتيبي، لفا مُحَمَّد هلال(2020):

هدفت الدراسة إلى تعرف فاعلية استخدام استراتيجية التعلم المقلوب على التحصيل الدراسي وبقاء أثر التعلم لدى طلاب مقرر مهارات أكاديمية وحياتية (105 أكت) في جامعة شقراء بالمملكة العربية السعودية؛ وللإجابة على أسئلة وفروض الدراسة، طُبقت الدراسة على عينة مكونة من (50) طالباً، وزعوا على مجموعتين: تجريبية تم تدريسها باستخدام استراتيجية التعلم المقلوب وضابطة تم تدريسها بالطريقة التقليدية (المحاضرة)، وبعد التأكد من تكافؤ مجموعتي الدراسة وتطبيق الدراسة، تم التطبيق البعدي لاختبار التحصيل الدراسي على المجموعتين الضابطة والتجريبية، ثم تم إعادة تطبيق اختبار التحصيل الدراسي نفسه على المجموعة التجريبية بعد مضي أسبوعين من التطبيق البعدي للتأكد بقاء أثر التعلم من عدمه، وللتأكد من صحة فروض الدراسة تم استخدام اختبار (ت) لمجموعتين مستقلتين ولمجموعتين مترابطتين". وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة في اختبار التحصيل الدراسي البعدي لصالح المجموعة التجريبية مما يؤكد فاعلية استراتيجية التعلم المقلوب على التحصيل الدراسي، كما كشفت. النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات درجات طلاب المجموعة التجريبية في الاختبار البعدي والاختبار المؤجل مما يؤكد فاعلية استراتيجية التعلم المقلوب على بقاء أثر التعلم لمدة أطول. وخلصت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات منها الاهتمام باستخدام استراتيجية التعلم المقلوب في

تدريس المقررات العلمية في المرحلة الجامعية إقامة ورش ودورات تدريبية لأعضاء هيئة التدريس لاستخدام استراتيجية التعلم المقلوب في التدريس الجامعي.

التعليق على الدراسات السابقة:

المحور الأول: الدراسات التي اهتمت بالنانو تكنولوجي:

من خلال استعراض الدراسات السابقة ذات الصلة بالنانو تكنولوجي لوحظ أنها قد اتفقت في جوانب واختلفت في جوانب أخرى وذلك على النحو الآتي:

من حيث الهدف:

لقد تباينت الدراسات التي تناولت النانو تكنولوجي من حيث هدفها في محاولة الكشف عن فاعلية برامج ومقررات مقترحة قائمة على مفاهيم النانو تكنولوجي، كدراسة دراز (2023)، ودراسة الكامل (2023)، ودراسة جاد (2022)، ودراسة عبداللطيف (2021) على متغيرات تابعة مختلفة، وهناك دراسات وأبحاث أخرى قامت بتحليل المناهج والمقررات الدراسية في ضوء مفاهيم النانو تكنولوجي، كدراسة القباطي والحكيمي (2022)، ودراسة الباوي وآخرين (2021)، ودراسة غياضة (2016)، ودراسة(Shaimaa, Selim (2015، وعليه فإن البحث الحالي قد اتفق مع الدراسات السابقة من حيث متغير النانو تكنولوجي باعتباره متغيراً مستقلاً، بينما اختلف مع دراسة الكامل (2023) التي استخدمت النانو تكنولوجي متغيراً تابعاً.

من حيث المنهج:

اتفق البحث الحالي مع دراستي جاد (2022)، وعبداللطيف (2021) في استخدام المنهج شبه التجريبي ذي المجموعة الواحدة، واستخدمت دراسة كلٍ من القباطي والحكيمي (2022)، والباوي وآخرين (2020) المنهج الوصفي.

من حيث العينة:

طُبقت دراسات كلٍ من عبداللطيف (2021)، وأحمد، سامية (2020)، والباوي وآخرين (2020)، ولبد (2013)، وشلبي، نوال (2021)، والسايح وهاني (2009) على عينة من طلبة المراحل الدراسية والثانوية، والأساسية، بينما طُبقت دراسة كلٍ من الكامل (2023)، وجاد (2022)، وخليل وآخرين (2017) على عينة من طلبة المرحلة الجامعية، وبذلك فقد اتفق البحث الحالي مع دراسات الكامل وجاد وخليل في المرحلة التعليمية للعينة.

من حيث النتائج:

أشارت دراسات كلٍ من دراز (2023)، وجاد (2022)، وعبداللطيف (2021)، وأحمد، سامية (2020)، وخليل وآخرين (2017) إلى فاعلية البرامج والمقررات (الوحدات) المقترحة في تنمية المتغير التابع وهو مفاهيم النانو تكنولوجي، وهي بذلك تتفق مع البحث الحالي في فاعلية البرنامج المقترح.

واستفاد الباحثون من الدراسات السابقة في هذا المحور تحديد مفاهيم النانو تكنولوجي، وإعداد قائمة تمثل تلك المفاهيم، كما استفاد من نتائجها وتوصياتها؛ ليكون البحث الحالي مكملاً لما سبقه من دراسات .

المحور الثاني: الدراسات التي اهتمت بالتحصيل الدراسي:

من خلال استعراض الدراسات السابقة ذات الصلة بالتحصيل الدراسي لوحظ أنها قد اتفقت في جوانب واختلفت في جوانب أخرى وذلك على النحو الآتي:

من حيث الهدف:

هدفت دراسات كلٍ من السناني (2023)، والحربي وآخرين (2023)، والرقيعي وآخرين (2023)، والدوسري والعتيبي (2023)، والفايز (2023)، وأبو عماشة (2023)، والرشيد (2022)، وبدري (2021)، وسبحي (2021)، وعبدالمعطي (2021)، والعتيبي (2020) إلى تنمية التحصيل، وعليه فإن البحث الحالي قد اتفق مع هذه الدراسات في الهدف من البحث.

من حيث المنهج:

اتفق البحث الحالي مع دراسات كلٍ من السناني (2023)، والحربي وآخرين (2023)، والرقيعي وآخرين (2023)، والدوسري والعتيبي (2023)، والفايز (2023)، وأبو عماشة (2023)، والرشيد (2022)، وبدري (2021)، وسبحي (2021)، وعبدالمعطي (2021)، والعتيبي (2020) في المنهج المستخدم وهو المنهج شبه التجريبي.

من حيث العينة:

طُبقت بعض الدراسات على عينة من مرحلة التعليم الأساسي كدراسة السناني (2023)، ودراسة الحربي وآخرين (2023)، ودراسة أبو عماشة (2023)، بينما طُبقت دراسة الرقيعي وآخرين (2023)، ودراسة الدوسري والعتيبي (2023)، ودراسة الفايز (2023)، ودراسة عبدالمعطي (2021) على عينة من التعليم المتوسط، وطُبقت دراسة الرشيد (2022)، ودراسة سبحي (2021) على عينة من مرحلة التعليم الثانوي، بينما طُبقت دراسة بدري (2021)، ودراسة العتيبي (2020) على عينة في التعليم الجامعي، وبذلك فإن البحث الحالي يتفق مع دراسة بدري (2021)، ودراسة العتيبي (202) من حيث عينة البحث.

من حيث النتائج:

أشارت دراسات كلٍ من السناني (2023)، والحربي وآخرين (2023)، والرقيعي وآخرين (2023)، والدوسري والعتيبي (2023)، والفايز (2023)، وأبو عماشة (2023)، والرشيد (2022)، وبدري (2021)، وسبحي (2021)، وعبدالمعطي (2021)، والعتيبي (2020) إلى فاعلية البرنامج المقترح في تنمية مهارات التحصيل لدى العينات المستهدفة في دراساتهم، وهي بذلك تتفق مع البحث الحالي في فاعلية البرنامج المقترح.

منهجية البحث وإجراءاته:

يتناول هذا الجزء الدراسة الميدانية وإجراءاتها، بما في ذلك منهج البحث، ومجتمعه، وعينته، ومواده وأدواته، وعرض المعالجات الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات، من أجل تحقيق هدف البحث الحالي، والإجابة على أسئلته، والتحقق من صحة فرضياته، تم استخدام الإجراءات المنهجية الآتية :

أولاً: منهج البحث وتصميمه:

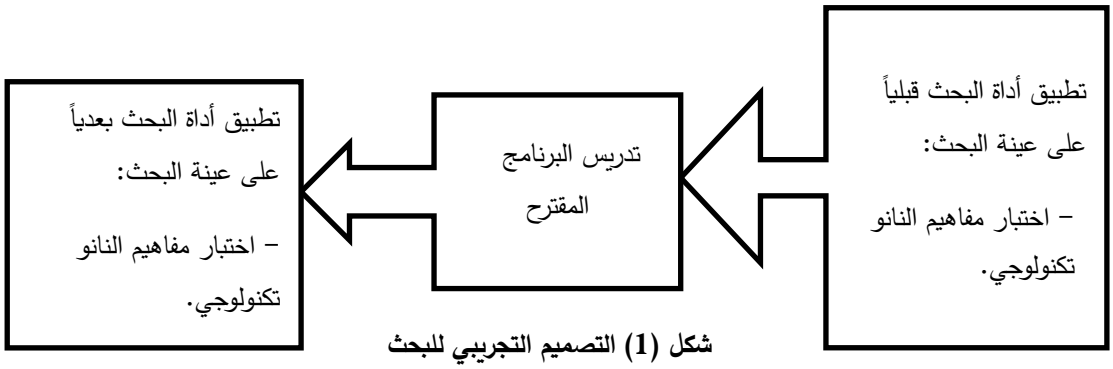
يستهدف البحث الحالي قياس فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية، لتحقيق فرضياته باستخدام المنهجين الآتيين:

المنهج الوصفي التحليلي:

استخدم الباحثون هذا المنهج عند استقراء البحوث والدراسات السابقة وأدبيات المجال، وتحليل بعض مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع، وكذا في بناء أدوات الدراسة من خلال استخدام المراجع ذات الصلة بعنوان البحث وتخصصه.

المنهج شبه التجريبي:

استخدم الباحثون المنهج شبه التجريبي ذا المجموعة (التجريبية) الواحدة القائم على القياس القبلي والبعدي للمجموعة وذلك من خلال تطبيق البرنامج المقترح، والتعرف على فاعليته في تنمية التحصيل لدى الطلبة عينة البحث.



شكل (1) التصميم التجريبي للبحث

ثانياً: مجتمع البحث وعينته:

مجتمع البحث: تكون مجتمع البحث من طلبة قسم الكيمياء بمستوياته الأربعة في كلية العلوم التطبيقية والتربوية بالنادرة – جامعة إب وعددهم (73) طالباً وطالبة خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي 2023/2022م.

عينة البحث: تكونت عينة البحث من طلبة المستوى الرابع قسم الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية، وقد تم اختيارها بطريقة قصدية للأسباب والمبررات الآتية:

1 –انخفاض أعداد الطلبة المعلمين في الأقسام العلمية الأخرى في الكلية (فيزياء–رياضيات) في المستوى الرابع.

2 –تحقيق أكبر قدر ممكن من الاستفادة من البرنامج المقترح تم اختيار طلبة المستوى الرابع كيمياء، لأنهم أكثر عدداً.

3 –الطلبة في المستويين الأول والثاني أعدادهم قليلة جداً.

4 –طلبة المستوى الرابع لديهم القدرة على فهم التركيب الذري والجزيئي للمواد النانوية واختلاف خواصها الكيميائية والفيزيائية عن تلك المواد الكبيرة الموازنة لها، والتي درسوها خلال سنوات دراستهم في الكلية، مما يساعد على تنمية بعض مفاهيم النانو تكنولوجي لديهم.

5 –تعاون عمادة الكلية ورئاسة قسمي الكيمياء، والعلوم التربوية والنفسية مع الباحثين.

6– عدم وجود طلبة في كلية التربية إب في أقسام (الرياضيات – الفيزياء – الكيمياء).

جدول (1) يوضح مجتمع وعينة البحث

مجتمع البحث	عينة البحث
(73) طالباً وطالبة	(26) طالباً وطالبة

ثالثاً: إعداد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي:

تم إعداد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي الواجب توافرها في برنامج إعداد الطلبة معلمي الكيمياء وفقاً للخطوات الآتية:

1– الاطلاع على العديد من المراجع والدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع البحث.

2– عرض القائمة المتمثلة بالموديولات التعليمية على مجموعة من المحكمين، حيث قدموا بعض المقترحات، وقد عدّل الباحثون في ضوء المقترحات التي أبداها المحكمون وأصبحت القائمة في صورتها النهائية مكونة من خمسة موديولات تعليمية تحتوي على (25) مفهوماً، كما في الملحق (1)، وبذلك يكون الباحثون قد أجابوا عن السؤال الأول والذي ينص على ما يأتي: ما مفاهيم النانو تكنولوجي الواجب توافرها في برنامج إعداد الطلبة معلمي الكيمياء؟

رابعاً: تحليل بعض مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع:

من أجل تحقيق أهداف البحث التي تمثلت في التعرف على فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية، قام الباحثون بالآتي:

تحليل محتوى أربعة مقررات لمستوى رابع كيمياء في الفصل الدراسي الثاني.

أداة تحليل المحتوى: يقصد بتحليل المحتوى: الأسلوب المستخدم لتقويم المناهج من أجل تطويرها، وتحليل المحتوى هو أحد المناهج المستخدمة في دراسة محتوى المادة العلمية، حيث يتم اختيار عينة المادة موضع التحليل وتحليلها كماً ونوعاً على أسس منهجية منظمة. وقد التزم الباحث بمضمون محتوى المقررات التي تم تحليلها للعام الجامعي 2023/2022م، حيث حلل الباحثون المقررات وفقاً للخطوات الآتية:

هدف التحليل: الهدف من التحليل هو إعداد قائمة بالمفاهيم النانو تكنولوجية اللازم تضمينها في برنامج إعداد معلمي الكيمياء في الكليات التربوية.

عينة التحليل: أربعة مقررات لمستوى رابع كيمياء من الفصل الثاني للعام الجامعي 2023/2022م، والجدول التالي يوضح عينة التحليل:

جدول (2) يوضح عينة التحليل

المقررات التي تم تحليلها			
طرق الفصل الكيميائي	النفط والغاز	تشخيص عضوي	كيمياء حركية

ثبات التحليل:

قام الباحثون بالتأكد من ثبات التحليل من خلال مقارنة تحليله مع تحليل زميل آخر في المجال نفسه، ومن ثم تم حساب معامل الثبات باستخدام معادلة "كوبر" الآتية:

$$\text{معامل الثبات} = \frac{\text{نقاط الاتفاق}}{\text{نقاط الاتفاق} + \text{نقاط الإختلاف}} \times 100$$

والجدول التالي يوضح نتائج ثبات التحليل:

جدول (3) يوضح نسبة الاتفاق لعملية تحليل مقررات رابع كيمياء الفصل الثاني

عملية التحليل / المقررات التي تم تحليلها	تحليل الباحثون	تحليل زميل آخر	نقاط الاتفاق	نقاط الاختلاف	نسبة الاتفاق
طرق الفصل الكيميائي	13	16	13	3	%81.25
النفط والغاز	16	16	16	0	%100
تشخيص عضوي	16	15	15	1	%93.75
كيمياء حركية	13	16	13	3	%81.25
المجموع	58	63	57	7	%89.063
نسبة الاتفاق (الثبات)					%89.063

يتضح من الجدول (3) أن معامل ثبات التحليل الكلي لمحتوى الوحدة الثانية (89.063%) وهي قيمة مرتفعة يطمئن لها الباحثون وتدل على أن أداة التحليل تتمتع بقدرٍ عالٍ من الثبات، وبذلك يكون الباحثون قد أجابوا عن السؤال الثاني الذي ينص على ما يأتي: ما مدى تناول مقررات قسم الكيمياء المستوى الرابع لمفاهيم النانو تكنولوجي؟

خامساً: مواد وأداة البحث:

مواد البحث:

إعداد البرنامج المقترح القائم على مفاهيم النانو تكنولوجي على شكل موديولات تعليمية (كتاب الطالب):

تم إعداد البرنامج المقترح وفقاً للخطوات الآتية:

فلسفة البرنامج:

إن التربية في ظل مستحدثات النانو تكنولوجي ومتطلبات القرن الحادي والعشرين للمتعلمين بصفة عامة، وللطلبة المعلمين بكليات التربية بصفة خاصة، تحتاج لتواصل واستمرارية في أهدافها وبرامجها، الأمر الذي يستفاد منه في تقديم المفاهيم النانوية مدمجة ببرامج التعليم، وقد يحتاج ذلك إلى تقديم برنامج مستقل متخصص يعتمد على الانتقاء للمفاهيم النانوية الأهم في نظر المستفيدين.

هدف البرنامج:

إن الهدف العام من البرنامج هو تزويد الطلبة عينة الدراسة ببعض مفاهيم النانو تكنولوجي، والتعرف على أثر ذلك في تنمية التحصيل لديهم.

أسس بناء البرنامج:

في ضوء الدراسة النظرية لمحاور البحث الحالي ودراسة الأدبيات المرتبطة به تم استخلاص عدد من الأسس لبناء البرنامج المقترح وهي:

أ- حاجات وطبيعة المجتمع اليمني في العصر الحديث:

إن المجتمع اليوم يعيش في عصر التطورات العلمية والمستحدثات التكنولوجية؛ لهذا فإن المجتمع بحاجة ماسة لأفراد لديهم القدرة على مواجهة تحديات هذا القرن، وذلك من خلال معلم مُعد إعداداً جيداً قبل وأثناء الخدمة يساعد طلابه على مواجهة المجتمع بكفاءة وفاعلية.

ب- متطلبات إعداد معلم العلوم:

إن الغاية من إعداد معلم العلوم لمراحل التعليم العامة يمكن أن توجه إلى مساعدته على:

-اكتساب المفاهيم الأساسية في مجال العلوم العامة ومجال تخصصه وتوظيفها في حياته العملية.

-اكتساب مهارات التعلم الذاتي.

جـ- طبيعة تدريس العلوم:

يتحدد ذلك من خلال إلمام معلمي العلوم بالآتي:

-المعلومات والمعارف بصورة وظيفية.

-مهارات التفكير.

-الثقافة العلمية والتكنولوجية التي تمكنهم من مواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين.

د- علوم النانو تكنولوجي.

4 – تنظيم محتوى البرنامج المقترح بشكل موديولات تعليمية.

تحديد محتوى البرنامج.

إعادة صياغة المحتوى بما يتناسب مع أهداف البرنامج، وأهداف الدراسة.

تحديد آلية تنفيذ البرنامج: (الطرق – الأساليب – الاستراتيجيات).

ضبط البرنامج المقترح والتأكد من صلاحيته:

بعد الانتهاء من بناء الإطار العام للبرنامج المقترح تم عرضه في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين الخبراء المتخصصين في مجال الكيمياء والنانو تكنولوجي ومناهج وطرائق التدريس، وذلك لضبطه واستطلاع رأيهم حول مناسبة عناصره لعينة الدراسة، وصلاحية محتوى البرنامج للتطبيق، وبعد إجراء التعديلات التي أبداها المحكمون أصبح البرنامج المقترح (كتاب الطالب)، كما في الملحق (4).

إعداد دليل المعلم لتدريس البرنامج المقترح:

أ- تحديد الأهداف العامة للدليل.

ب- إعداد الدليل بناءً على محتوى البرنامج المقترح وعرضه في صورته الأولية على المشرفين، ومجموعة من المحكمين المختصين في هذا المجال لإبداء آرائهم حوله.

ج- إجراء التعديلات المقترحة في الدليل من قبل المحكمين.

وبعد إجراء التعديلات التي أبداها المحكمون أصبح الدليل بصورته النهائية كما في الملحق (5)، وبذلك يكون الباحثون قد أجابوا عن السؤال الرابع الذي ينص على ما يأتي: ما صورة البرنامج المقترح القائم على مفاهيم النانو تكنولوجي؟

أداة البحث:

بناء اختبار مفاهيم النانو تكنولوجي:

أ- هدف الاختبار: قياس اكتساب الطلبة معلمي الكيمياء لمفاهيم النانو تكنولوجي المتضمنة في البرنامج المقترح.

ب- تحديد الأبعاد المعرفية للاختبار.

ج- صياغة مفردات الاختبار: تم صياغة مفردات الاختبار في صورته الأولية، وعرضه على مجموعة من المختصين والخبراء للتأكد من صلاحيته للتطبيق.

د- صياغة تعليمات الاختبار.

هـ- تحديد زمن الاستجابة على الاختبار من خلال حساب زمن إجابة أول طالب، وزمن إجابة آخر طالب وقسمتهما على 2.

و- تجريب الاختبار على عينة استطلاعية، وذلك بعد الحصول على الموافقة من قبل عميد الكلية، ورئيس القسم المستهدف في التجربة.

تجريب الاختبار: طبق الباحثون الاختبار على عينة استطلاعية، وذلك بعد الحصول على خطاب لإجراء البحث من قبل عمادة الكلية، وقد تكونت العينة من (28) طالباً وطالبة بالمستويين الثاني والثالث بقسم الكيمياء، وهذه العينة تم اختيارها من مجتمع البحث، وقد هدفت التجربة الاستطلاعية إلى:

أ – تحديد زمن الاختبار: بدأت عملية التطبيق في الساعة 8:50، حيث ترك الباحثون الوقت مفتوحاً أثناء التطبيق لجميع الطلبة، ثم قاموا بتسجيل الزمن الذي استغرقه أول طالب وآخر طالب، وبعد ذلك قام الباحثون بحساب متوسط الزمن باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط الزمن} = \frac{\text{مجموع الزمن بالدقائق}}{\text{عدد الطلبة}} = 30 \text{ دقيقة.}$$

ب – حساب صدق الاختبار: يقصد به أن يقيس الاختبار ما وضع لقياسه، وقد استخدم الباحث ثلاثة أنواع من الصدق، حيث أنها تفي بالغرض، وهي صدق المحكمين، والصدق الذاتي للاختبار، وصدق الاتساق الداخلي.

صدق المحكمين: بعد إعداد الاختبار في صورته الأولية تم عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في المناهج وطرائق التدريس، وطلب الباحث منهم إبداء آرائهم وملاحظاتهم حول فقرات الاختبار من حيث:

1- مدى ملاءمة فقرات الاختبار لمتطلبات الكيمياء وعلاقتها بالنانو تكنولوجي.
2- مدى ملاءمة فقرات الاختبار لمستوى طلبة قسم الكيمياء.
3- سلامة فقرات الاختبار اللغوية.
4- مدى ملاءمة البدائل في كل فقرة.
5- إمكانية الحذف والإضافة والتعديل.

وقد أبدى المحكمون ملاحظات تتضمن إعادة الصياغة لبعض فقرات الاختبار.

وبعد إجراء التعديلات على الاختبار أصبح في صورته النهائية مكوناً من (40) فقرة.

الصدق الذاتي للاختبار: هو قياس الاختبار لما وضع لقياسه ويساوي الجذر التربيعي لثبات الاختبار؛ أي: إن:

$$\text{الصدق الذاتي} = \sqrt{\text{الثبات}} = \sqrt{0.64} = 0.80$$

صدق الاتساق الداخلي:

يقصد به قوة الارتباط بين درجة كل فقرة من فقرات الاختبار والدرجة الكلية للاختبار.

وبذلك أصبحت الصورة النهائية للاختبار مكونة من (40) فقرة كما في الملحق (6).

ج – ثبات الاختبار: يقصد به الحصول على نفس النتائج إذا ما أعيد الاختبار نفسه في الظروف نفسها، ويحسب بعدة طرق، وقد أكتفى الباحث بحساب معامل الثبات بطريقة التجزئة النصفية.

طريقة التجزئة النصفية: استخدم الباحثون درجات العينة الاستطلاعية لحساب ثبات الاختبار بطريقة التجزئة النصفية، حيث قاموا بتقسيم الاختبار إلى نصفين باعتماد الفقرات الفردية مقابل الفقرات الزوجية، ثم تم حساب معامل الارتباط بين النصفين، ثم جرى تعديل معامل الارتباط لبيرسون باستخدام معادلة سيبرمان براون، وقد كان معامل الارتباط بين نصفي الاختبار قبل التعديل(0.47)، وكان معامل ثبات الاختبار ككل بعد التعديل يساوي (0.64)، وهذا الثبات يدل على أن الاختبار يتمتع بدرجة مقبولة تربوياً يطمئن الباحثون إلى تطبيق الاختبار على عينة البحث.

سادساً: متغيرات البحث:

تتمثل متغيرات البحث بالآتي:

المتغير المستقل: برنامج قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي.

المتغير التابع: تنمية التحصيل.

الأساليب الإحصائية المستخدمة:

لتحقيق أهداف البحث والإجابة عن أسئلته، والتحقق من فرضياته، استخدم الباحثون برنامج الرزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لإجراء المعالجات الإحصائية اللابارامترية لمناسبتها لهذا البحث، وهي:

1- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للقياسين القبلي والبعدي لأداة البحث.
2- اختبار (T-test) لتحديد الفرق بين متوسطي درجات الطلبة في القياسين القبلي والبعدي لأداة البحث.
3- معادلة الكسب الموقوتة لهريدي لتحديد فاعلية البرنامج.
4- معادلة مربع إيتا ($\eta 2$) لحساب حجم الأثر للبرنامج، وتفسير نسبة تباين المتغيرات التابعة التي ترجع إلى المتغير المستقل.

خطوات البحث:

لتحقيق النتائج التي يرجوها الباحثون اتبع الخطوات الآتية :

1- الاطلاع على الأدب التربوي من كتب ودراسات وأبحاث، وكل ما يستطيع الباحثون الوصول إليه.
2- تحديد جوانب الاستفادة من الدراسات السابقة.
3- إعداد البرنامج المقترح لمفاهيم النانو تكنولوجي، وعرضه على المختصين والخبراء للتأكد من صلاحيته للتطبيق.
4- إعداد مواد أداة البحث وتحكيمها.
5- تطبيق أداة البحث على عينة استطلاعية للتأكد من صدقها وثباتها.
6- تطبيق أداة البحث قبلياً على المجموعة التجريبية للبحث.
7- تنفيذ البرنامج المقترح على مجموعة البحث التجريبية.
8- تطبيق أداة البحث بعدياً على المجموعة التجريبية للبحث.
9- جمع الأدوات لإدخال البيانات في برنامج (SPSS) وتجهيزها وتحليلها.
10- مناقشة النتائج وتفسيرها.
11- وضع التوصيات والمقترحات.

عرض النتائج ومناقشتها:

تم تناول إجراءات البحث وخطواته في الجزء السابق، ولمناقشتها وتفسيرها لمعرفة مدى صحة فرضيات البحث تم تناولها في هذا الجزء، حيث إن البحث الحالي يهدف إلى تقصي فاعلية برنامج مقترح قائم على مفاهيم النانو تكنولوجي في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية. ويتناول هذا الجزء عرض نتائج الدراسة ومناقشتها حسب تسلسل الفرضيات التي صيغت للإجابة عن تساؤلات البحث، حيث تم اختبار فرضياته باستخدام التحليلات الإحصائية الوصفية والاستدلالية اللازمة، من خلال البرنامج الإحصائي (SPSS).

وبعد أن تمت الإجابة عن تساؤلات البحث: (الأول – الثاني – الثالث)، من خلال عرض الجزء السابق، حيث كانت إجابة السؤال الأول من خلال إعداد قائمة مفاهيم النانو تكنولوجي الواجب تضمينها في برنامج إعداد معلم الكيمياء، كما هي موضحة في الملحق (2)، بينما تمت الإجابة عن السؤال الثاني من خلال عملية تحليل مقررات الفصل الثاني للمستوى الرابع قسم الكيمياء، وأداة التحليل موضحة في الملحق (3)، أما السؤال الثالث فقد أُجيب عنه من خلال إعداد البرنامج المقترح على شكل موديولات تعليمية (كتاب الطالب) كما في الملحق (4).

وفيما يلي تفصيل لنتائج البحث:

أسفرت نتائج التحليل الإحصائي المتعلقة بأسئلة الدراسة والتحقق من صحة فرضياتها عن النتائج الآتية:

نتائج الفرضية الأولى:

تنص الفرضية الأولى على أنه: "يوجد فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في الاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو تكنولوجي في الجوانب المعرفية ولصالح التطبيق البعدي."

ولاختبار صحة هذه الفرضية تم استخراج المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار (T-test) للعينات المرتبطة للتحقق من الدلالة الإحصائية للفروق بين التطبيقين على الاختبار التحصيلي، والجدول الآتي يبين هذه النتائج:

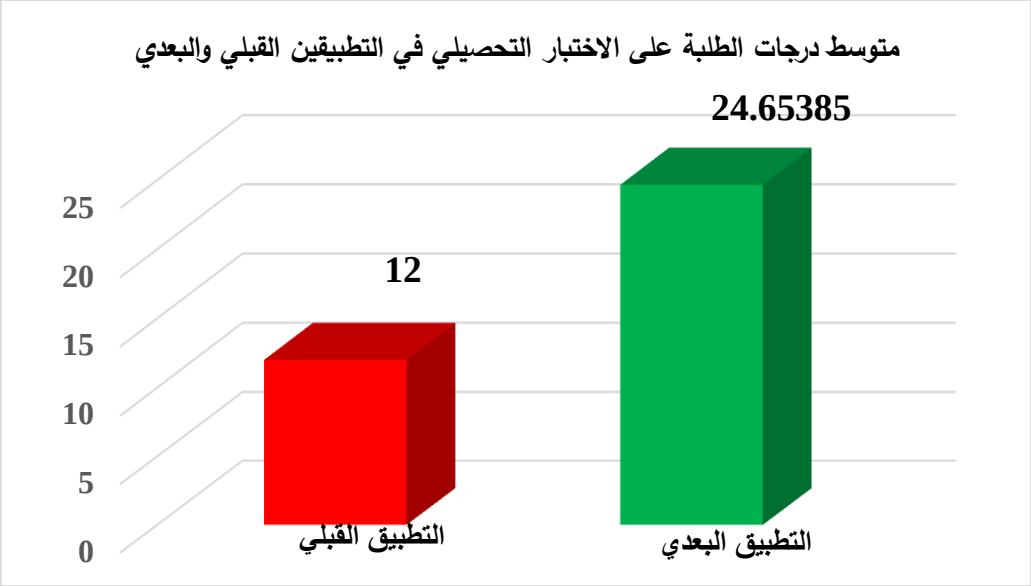
جدول (4) يوضح المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونتائج اختبار (t) للفروق في التطبيقين القبلي والبعدي في الاختبار التحصيلي

التطبيق	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجات الحرية	قيمة (t)	مستوى الدلالة
قبلي	26	12.0000	3.11127	25	14.204	0.001
بعدي	26	24.6538	7.21633			

يتضح من الجدول (4) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين متوسطي درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي في الاختبار التحصيلي في الجوانب المعرفية ولصالح التطبيق البعدي"، فقد بلغت قيمة (t) لدلالة الفرق بين متوسطات التطبيقين (14.204)، وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha = 0.001$). لذا فإننا نقبل الفرضية الأولى في الدراسة، وتتفق نتائج الفرضية الأولى مع دراسة (دراز، 2023)، ودراسة (جاد، 2022)، ودراسة (عبداللطيف، 2021)، ودراسة (أحمد، سامية، 2020)، والتي توصلت إلى أنه يوجد فرق دال إحصائياً بين متوسطي درجات

طلبة المجموعة التجريبية في التطبيقين القبلي والبعدي على الاختبار التحصيلي الجوانب المعرفية لمفاهيم النانو تكنولوجي لصالح التطبيق البعدي. ويعزو الباحثون ذلك إلى أن للبرنامج المقترح فاعلية في تنمية التحصيل، وهذا يؤكد أن هناك فرقاً ذا دلالة إحصائية بين متوسط درجات طلبة المجموعة التجريبية في التطبيق البعدي للاختبار التحصيلي الكلي ولصالح التطبيق البعدي.

والشكل (2) يوضح متوسط درجات الطلبة للاختبار التحصيلي في التطبيقين (القبلي – البعدي).



شكل (2) متوسطات درجات عينة الدراسة على الاختبار التحصيلي في التطبيقين (القبلي – البعدي)

نتائج الفرضية الثانية:

تنص الفرضية الثانية على أنه: "يحقق البرنامج فاعلية وحجم تأثير كبير أعلى من القيمة (0.14) في تنمية التحصيل."

ولقياس فاعلية البرنامج على تنمية التحصيل، تم استخدام معادلة نسبة الكسب الموقوتة لهريدي، وذلك للمقارنة بين المتوسط القبلي والبعدي للاختبار التحصيلي لمفاهيم النانو، وذلك حسب المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الكسب الموقوتة لهريدي} = \frac{\text{م}2 - \text{م}1}{\text{ن.ز}}$$

(سيد، مصطفى محمد، 2017: 160).

حيث م2: متوسط درجات الطالبات في التطبيق البعدي.

م1: متوسط درجات الطالبات في التطبيق القبلي.

ن: القيمة العظمى لدرجة الاختبار.

ز: الزمن المحدد لتطبيق الاختبار أو المقياس مقدراً بالساعة.

والجدول الآتي يوضح هذه النتائج:

جدول (5) يوضح فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل

متوسط الدرجات		الفاعلية	المستوى الإحصائي
التطبيق القبلي	التطبيق البعدي		
12.000	24.6538	0.633	فاعلية مقبولة

ولمعرفة حجم تأثير المتغير المستقل على التحصيل، قام الباحثون بحساب حجم التأثير باستخدام معادلة إيتا (η2) و (d) الآتيتين:

$$\eta^2 = \frac{t^2}{t^2+df}$$

-حيث إن (η2) مربع إيتا.

"t2" - مربع قيمة (ت).

df -درجات الحرية.

$$d = \frac{2\sqrt{\eta 2}}{\sqrt{1-\eta 2}}$$

ويحدد الدردير، عبدالمنعم :(2006، 77-78) جدول مرجعي لحجم التأثير بحسب قيم معامل مربع إيتا (η2)وقيم :d، كما في الجدول الآتي الذي يوضح ذلك:

جدول (6) يوضح قيم حجم التأثير

الأداة المستخدمة	حجم التأثير		
	صغير	متوسط	كبير
2η	0.01	0.06	0.15
(d)	0.2	0.51	0.84

جدول (7) يوضح حجم الأثر (η2، d) للفروق في التطبيقين القبلي والبعدي في الاختبار التحصيلي

التطبيق	العدد	المتوسط	الانحراف	درجات	قيمة	مستوى	قيمة	قيمة	حجم

		الحسابي	المعياري	الحرية	(t)	الدلالة	(2η)	(d)	الأثر
قبلي	26	12.0000	3.11127	25	14.204	0.001	0.89	5.69	كبير
بعدي	26	24.6538	7.21633						

وقد بلغت قيمة حجم الأثر باستخدام مربع إيتا على الاختبار التحصيلي (0.89)، وقيمة (5.69) "d" وهي قيمة كبيرة ومناسبة، وتدل على أن نسبة كبيرة من الفروق تعزى إلى البرنامج المقترح، حيث إن التأثير الذي يفسر (من 0.14 فأكثر) من التباين الكلي لأي متغير مستقل على المتغيرات التابعة يعد تأثيراً كبيراً، وتتفق نتائج الفرضية الخامسة مع دراسات كلٍ من: (السناني، 2023) و(الفايز، 2023) و(الرشيد، 2022) بوجود حجم أثر كبير للبرنامج المقترح في زيادة وتنمية التحصيل، ويعزو الباحث ذلك لفاعلية البرنامج المقترح، وهذا يؤكد أن للبرنامج المقترح حجم تأثير كبير أعلى من القيمة (0.14) في تحصيل الجوانب المعرفية لمفاهيم النانو تكنولوجي، وبذلك يكون الباحثون قد أجابوا عن السؤال الرابع الذي ينص على ما يأتي: ما فاعلية البرنامج المقترح في تنمية التحصيل لدى طلبة الكيمياء في كلية العلوم التطبيقية والتربوية؟

توصيات البحث:

في ضوء أهداف البحث الحالي؛ وأهميته ومشكلته وحدوده، وفي إطار ما توصل إليه من نتائج يمكن تقديم التوصيات الآتية:

1- تحديث برامج إعداد المعلم لتواكب التطورات والمستحدثات العلمية في مجال النانو تكنولوجي.
2- العمل على دمج وتضمين مفاهيم النانو تكنولوجي في برامج إعداد المعلمين في كليات التربية.

مقترحات البحث:

استناداً لنتائج البحث التي تم التوصل إليها يُقترح إجراء الأبحاث والدراسات التالية:

1- دراسة فاعلية برامج مطورة في الكيمياء والتخصصات العلمية الأخرى بمفاهيم النانو تكنولوجي التي لم يتم التطرق إليها في البحث الحالي.
2- دراسة أثر مقرر مقترح في الفيزياء الطبية بقسم المختبرات في ضوء مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي على تنمية التفكير الإبداعي لدى طلبة قسم المختبرات الطبية في الكلية.
3- قياس اتجاهات طلبة الكليات التربوية نحو تضمين مفاهيم وتطبيقات النانو تكنولوجي في المقررات الدراسية.

مراجع البحث:

أولاً: المراجع العربية:

- إبراهيم، مجدي عزيز (2009): معجم مصطلحات ومفاهيم التعليم والتعلم. عالم الكتب.
- الإسكندراني، مُحَمَّد شريف (2010): تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل، ع374، عالم المعرفة.
- أحمد، سامية جمال حسين (2020): وحدة مقترحة في النانو تكنولوجي قائمة على استراتيجيات التعليم المتمايز لتنمية الثقافة العلمية والدافعية نحو تعلم العلوم لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية ذوي أساليب التعلم المختلفة، مجلة البحث العلمي في التربية، ع21، ج15، كلية التربية، جامعة أسوان، 356-382.

- أحمد، شيماء أحمد مُحَمَّد (2015): فاعلية برنامج مقترح في النانو تكنولوجي لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والوعي بتطبيقاته البيئية لدى طلاب شعبة العلوم بكلية التربية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، مجلة التربية العلمية، 18(6)، نوفمبر، 39-74.
- الباوي، ماجدة إبراهيم علي؛ وخضير، ميسون رياض؛ والذهبي، غفران عبد حسن (2020): مفاهيم النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الفيزياء للمرحلة الإعدادية، مجلة دراسات تربوية، ع52، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة بغداد، 1-17.
- بدوي، أمل عبدالغني قرني (2021): نمطا ممارسة الأنشطة والمهمات التطبيقية "فردي، تشاركي" بالتعلم المصغر النقال في بيئة للتعلم المدمج وأثرها على التحصيل وتنمية مهارات اتخاذ قرار اختيار مصادر التعلم عند تصميم المواقف التعليمية لدى الطلاب معلمي ذوي الاحتياجات الخاصة ورضاهم عنهما، جامعة عين شمس، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، مجلة البحث العلمي في التربية، ع22، ج5، 420-547.
- الثقفي، عبدالهادي (2015): واقع معرفة وتقبل معلمي الرياضيات لنموذج التعلم البنائي ودرجة قدرتهم على تطبيقه، [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.
- جاد، إيمان فتحي جلال (2022): برنامج مقترح في تكنولوجيا النانو البيئية لتنمية مهارات حل المشكلات البيئية والتفكير الاستراتيجي لدى الطلاب المعلمين تخصص علوم بيولوجية وجيولوجية وبيئية، كلية التربية، جامعة أسيوط، المجلة المصرية للتربية العلمية، 25(1)، يناير، 1-44.
- جلول، حليمة؛ وحمو، مريم إكرام (2021): أثر الوسائل التعليمية في التحصيل العلمي، [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة ابن خلدون – تيارت –، كلية الآداب واللغات، الجزائر.
- الحربي، غالية؛ والموجي، أماني مُحَمَّد سعد الدين؛ وعفيفي، أميمة مُحَمَّد (2023): فاعلية برنامج مقترح قائم على معايير العلوم للجيل القادم (NGSS) لتنمية التحصيل واتخاذ القرار لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي بدولة الكويت، المجلة الدولية للمناهج والتربية التكنولوجية، 11(18)، يونيو2023م، 70-96.
- خليل، عمر سيد؛ وأبو ناجي، محمود سيد؛ وعبدالعال، تحية حامد؛ ومُحَمَّد، سماح أحمد حسين (2017): فاعلية برنامج مقترح في كيمياء النانو في تنمية مهارات التفكير التأملي لدى الطالب المعلم. مجلة دراسات في التعليم العالي، 13(13)، يوليو، 6-32.
- دراز، عبدالحميد فتحي عبدالحميد (2023): مقرر مقترح لتنمية الاستيعاب المفاهيمي لفيزياء النانو وتطبيقاتها التكنولوجية والاتجاه نحوها لدى طلاب شعبة الفيزياء بكلية التربية، المجلة المصرية للتربية العلمية، 26(3)، ج1، يوليو، 1-40.
- الدردير، عبدالمنعم أحمد (2006): الإحصاء البارامتري واللابارامتري في اختبار فروض البحوث النفسية والتربوية والاجتماعية، القاهرة، عالم الكتب.
- الدوسري، ريما بنت مُحَمَّد فراج؛ والعتيبي، سلمان بن صاهود راقي (2023): فاعلية استراتيجية التعلم القائم على حل المشكلات في تنمية التحصيل الدراسي في الرياضيات والاتجاه نحوها لدى طالبات المرحلة المتوسطة في محافظة الخرج، دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ع146، ج3، أبريل 2023م، 79-118.
- الدوسري، مُحَمَّد بن عتيق (2011): "التقنية متناهية الصغر (النانو)"، مجلة الأمن والحياة، ع358، 62-67.
- الرشيد، سوسن سعد (2022): تصميم أنشطة تعليمية قائمة على الدردشة التفاعلية في مقرر التربية الأسرية وقياس أثرها على التحصيل الدراسي لدى طالبات الصف الثاني ثانوي بمدينة الطائف، جامعة أم القرى، مجلة المناهج وطرق التدريس، 1(7)، 30يونيو2022م، 63-84.

- الرقيعي، عبدالرحمن مُحَمَّد إبراهيم؛ وعبدالفتاح، مُحَمَّد عبدالرازق؛ ومُحَمَّد، مروة سليمان؛ وجاد الحق، أيمن البدري أحمد طريف (2023): فاعلية بيئة تعلم إلكترونية شخصية لتنمية التحصيل الدراسي والدافعية للإنجاز في مادة العلوم لدى تلاميذ المرحلة المتوسطة بالسعودية، مجلة دراسات في المناهج وطرق التدريس، ع258، 179-210.
- السايح، السيد مُحَمَّد مُحَمَّد؛ وهاني، مرفت حامد مُحَمَّد (2009): تقويم منهج العلوم بالمرحلة الإعدادية على ضوء بعض مفاهيم النانو تكنولوجي، المؤتمر العلمي الحادي والعشرين، م1، القاهرة، 205-255.
- سبحي، نسرين حسن (2021): أثر استخدام استراتيجية الأحداث المتناقضة في الفيزياء على التحصيل الدراسي وتنمية التفكير التأملي لدى طالبات الصف الثاني ثانوي بمدينة جدة، جامعة جدة، كلية التربية، دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ع139، نوفمبر 2021م، 417-453.
- سلامة، صفات أمين (2010): النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير مقدمة في فهم النانو تكنولوجي، الدار العربية للعلوم ناشرون.
- السناني، مُحَمَّد بن خليفة؛ وآل عبدالسلام، ولاء بنت سعيد (2023): فاعلية توظيف تقنية الواقع المعزز في تدريس العلوم على تنمية التحصيل الدراسي والتفكير البصري لطلبة الصف الرابع الأساسي، المجلة المصرية للتربية العلمية، 26(3)، ج1، يوليو 2023م، 42-72.
- سيد، مصطفى مُحَمَّد هريدي (2017): الفاعلية الإحصائية مفهوماً وقياساً [نسبتي الكسب البسيطة والموقوتة لـ هريدي]، مجلة تربويات الرياضيات، 20(1)، يناير 2017م، الجزء الأول، 149-164.
- شحاتة، حسن؛ والنجار، زينب (2003): معجم المصطلحات التربوية والنفسية، الدار المصرية البنائية.
- شلبي، نوال مُحَمَّد (2012 أ): مقرر مقترح في النانو تكنولوجي للمرحلة الثانوية قائم على المدخل البيني، المركز القومي للبحوث التربوية-شعبة بحوث تطوير المناهج-، مصر.
- ـــــ (2012 ب): وحدة مقترحة لتنمية المفاهيم النانو تكنولوجية والتفكير البيني لدى طلاب المرحلة الثانوية، المؤتمر العلمي الثاني والعشرين للجمعية المصرية للمناهج وطرق التدريس، م (1)، السويس، 7-61.
- الصالحي، مُحَمَّد بن صالح؛ والضويان، عبدالله بن صالح (2007): مقدمة في تقنية النانو، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.
- صبري، ماهر إسماعيل؛ وإسماعيل، دعاء سعيد؛ والسعداوي، رانيا عبدالفتاح (2019): أثر مقرر مقترح في النانو تكنولوجي في تنمية مفاهيمه واتخاذ القرار والاتجاه نحو تطبيقاته لدى طلبة شعبة الكيمياء بكلية التربية، مجلة دراسات عربية في التربية وعلم النفس، ع110، يونيو، 213-248.
- طه، محمود إبراهيم عبدالعزيز (2014): وعي الطلاب المعلمين شعبة العلوم الزراعية بكليات التربية بمفاهيم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها المتعددة (دراسة تشخيصية)، كلية التربية، جامعة كفر الشيخ، مجلة العلوم التربوية والنفسية، 15(3)، 418-451.
- الظاهر، زكريا مُحَمَّد (1999): مبادئ القياس والتقويم في التربية، دار الثقافة للنشر والتوزيع.
- عبدالرحمن، أحمد عوف مُحَمَّد (2013): طب النانو: تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- عبداللطيف، ندى كمال عبدالمنصف (2021): وحدة مقترحة في علوم وتكنولوجيا النانو وأثرها في تنمية مهارات التفكير الإبداعي لدى طلاب الصف الأول الثانوي، كلية التربية، جامعة حلوان، دراسات تربوية واجتماعية، م27، ج2، 122-158.

- عبدالمعطي، إسلام مُحَمَّد عبدالفتاح (2021): أثر استخدام التعلم السريع على التحصيل وبقاء أثر التعلم والإبداع في الرياضيات لدى تلاميذ المرحلة الإعدادية، جامعة الزقازيق، كلية التربية، مجلة تربويات الرياضيات، 24(11)، ج2، أكتوبر 2021م، 49-95.
- العتيبي، لفا بن مُحَمَّد بن هلال (2020): فاعلية استخدام استراتيجية التعلم المقلوب على التحصيل الدراسي وبقاء أثر التعلم لدى طلاب مقرر مهارات أكاديمية وحياتية (105 أكت) في جامعة شقراء بالمملكة العربية السعودية، مجلة العلوم التربوية، ع4، ج2، أكتوبر 2020م، 391-416.
- علام، صلاح الدين محمود (2000): القياس والتقويم التربوي والنفسي أساسياته وتطبيقاته وتوجهاته المعاصرة، دار الفكر العربي.
- أبو عماشة، نادية إبراهيم حسن (2023): فاعلية استخدام نموذج التعلم الفائق (FATA) في تدريس العلوم لتنمية التحصيل المعرفي ومهارات التفكير عالي الرتبة لدى تلاميذ الصف السادس الابتدائي، جامعة سوهاج، كلية التربية، المجلة التربوية، ع109، ج1، مايو 2023م، 110-146.
- عمر، أحمد مختار عبدالحميد (2008): معجم اللغة العربية المعاصرة، عالم الكتب، مصر.
- غياضة، هديل نبيل سليم (2016): متطلبات النانو تكنولوجي المتضمنة في كتب الكيمياء للمرحلة الثانوية ومدى اكتساب طلبة الصف الحادي عشر لها، [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة الإسلامية. غزة.
- الفايز، أروى بنت فهد (2023): فاعلية استراتيجية المناظرة في تنمية التحصيل الأكاديمي ومهارات التفكير النقدي لدى طالبات الصف الثالث متوسط في مدينة حائل بالمملكة العربية السعودية، جامعة سوهاج، كلية التربية، المجلة التربوية، ع108، ج2، أبريل 2023م، 754-790.
- فلية، فاروق عبده؛ والزكي، أحمد عبدالفتاح (2004): معجم مصطلحات التربية لفظاً واصطلاحاً، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية، مصر.
- القباطي، غيداء مُحَمَّد عبده حسن؛ والحكيمي، إشراق هائل عبدالجليل (2022): تقويم كتاب العلوم للصف التاسع الأساسي بالجمهورية اليمنية على ضوء مفاهيم تكنولوجيا النانو، مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية، ع27، سبتمبر، 505-540.
- الكامل، ابتسام مُحَمَّد أحمد (2023): فاعلية برنامج قائم على هندسة الفركتال في تنمية مفاهيم النانو تكنولوجي والتفكير الهندسي لدى طلبة الرياضيات بكلية التربية، [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. كلية التربية جامعة صنعاء.
- الكيلاني، ماجد عرسان (2005): التربية والتجديد وتنمية الفاعلية عند العربي المعاصر، دار القلم للنشر والتوزيع.
- لبد، أمل إبراهيم (2013): إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانو تكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر في غزة، [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة الأزهر. غزة.
- مُحَمَّد، أحمد عثمان عبدالحافظ (2017): فاعلية برنامج مقترح في علوم وتكنولوجيا النانو لتنمية استشراف المستقبل والتذوق الجمالي لدى الطالب المعلم بكلية التربية. المجلة المصرية للتربية العلمية، 20(7)، يوليو، 1-49.
- مزيود، أحمد (2009): أثر التعليم التحضيري على التحصيل الدراسي في مادة الرياضيات، [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة بوزريعة. الجزائر.
- الملاح، تامر المغاوي؛ وخضر، حنان مُحَمَّد (2017): المستحدثات التكنولوجية والنانو تكنولوجي، دار السحاب للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.

– يونسي، تونسية (2012): تقدير الذات وعلاقته بالتحصيل الدراسي لدى المراهقين المبصرين والمراهقين المكفوفين، [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة مولود معمري، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، الجزائر.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Abdul Wahab Mohammed, C.H .Lau, Azami Zaharim, Mohd Zaidi Omar (2012) : "Element s of Nanotechnology Education in Engineering Curriculum Worldwide", Procedia - Soci al and Behavioral Sciences, 60 (2012)405 – 412 .
- Dimitris Stavrou, Emily Michailidi, Giannis Sgouros and Kyriaki Dimitriadi. (2015): Teaching High-School Students Nanoscience and Nanotechnology, Department of Primary Education, University of Crete, Greece, LUMAT 3(4), 501-511.
- Shaimaa Abdul-Salam Selim, Ramadan Abdul-Hameed Al-Tantawi, Samia Ahmad Al-Zaini (2015): Integrating nanotechnology Concepts And its applications Into The Secondary S tage physics Curriculum In Egypt, European Scientific Journal, April 2015 edition vol.1 1, No.12 ISSN: 1857 – 7881(Print) e - ISSN 1857- 7431.

تكنولوجيا النانو في الميدان العسكري والأمني

Nanotechnology in the military and security field

ياسر الصافي، دكتوراه في القانون العام والعلوم السياسية-جامعة محمد الخامس بالرباط

الملخص:
تتغير باستمرار أشكال الحروب والمعدات المستعملة فيها بحيث أصبحت التكنولوجيات الحديثة محط اهتمام وتعد تكنولوجيا النانو محط اهتمام في الصناعات العسكرية الراهنة، عبر إدراجها في الدوائر الأمنية والعسكرية. المعدات والتجهيزات الدفاعية والملابس العسكرية، الشيء الذي ينبأ بتغير طرق تدبير الحروب والصراعات مستقبلا. تحاول هذه الدراسة البحث في تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها على المستوى العسكري، على اعتبار أن التكنولوجيا كانت ولازالت عاملا مهما وحاسما في التقدم الحربي والدفاعي وحسم الحروب والنزاعات. وعليه، ستبحث هذه الورقة في مجالات إدماج تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية، مثل الاتصالات والمنسوجات العسكرية وغيرها من المعدات والتجهيزات.
عبر ما تأسس، إذا كانت هناك مجموعة من الإيجابيات على مستوى تطوير الوسائل الحمائية للجنود وتطوير أساليب القتال وغيرها من الأمور الأخرى، فإن هذا الجانب يقابله جانب أخر يكشف عن وجود مخاطر وتهديدات لاستعمالات تكنولوجيا النانو في المجال الأمني والعسكري. وفي هذا الاتجاه، تطرح إشكالية حول أبرز الاستخدامات التي يدخل فيها النانو تكنولوجي في المجال العسكري والأمني والتداعيات والمخاطر المنبثقة عنها.
الكلمات المفتاحية النانو- تكنولوجي - المجال العسكري –الأمن

Abstract:

The forms of warfare and the equipment used in them are constantly changing, and modern technologies have become the focus of the security and military services' attention. Nanotechnology is a focus of attention in today's military industries through its inclusion in defense equipment and military clothing, which foresees a change in ways of managing future wars and conflicts.

This study attempts to research nanotechnology and its applications at the military level, considering that technology has been and continues to be an important and decisive factor in war and defense progress and in resolving wars and conflicts in favor of the strongest. The paper will therefore examine the areas of integration of nanotechnology into military industries, such as communications, military textiles, and other equipment.

However, if there are a range of pros in the development of protective means for soldiers and the development of combat methods and other matters, this aspect is matched by another aspect that reveals risks and threats to the use of nanotechnology in the security and military spheres. In this

direction, it is problematic to consider the most prominent uses of nanotechnology in the military and security spheres and the ramifications and risks arising therefrom.

Key words:

مقدمة:

ظهر خلال الآونة الأخير مصطلح جديد يسمى بتكنولوجيا النانو، وبدأ الحديث عنه على جميع الوسائل الإعلامية الحديثة والتقليدية، وفي مراكز الأبحاث والمؤسسات الجامعية، واهتمت أغلب الدول بهذه التكنولوجيا الشيء الذي جعلها تخصص ميزانيات كبيرة داعمة للأبحاث والدراسات حول هذه التكنولوجيا، فالعالم أنفق خلال سنة 2004 ما يناهز 10 بلايين دولار على أبحاث النانو تكنولوجي. ويتنبأ العديد من الباحثين أن تقنية النانو ستؤثر على حياة الإنسان خلال 50 سنة القادمة على نحو يفوق جميع التغييرات التي حدثت عبر خمسة عقود الأخيرة من القرن الماضي.(الحوشان: 2018، ص: 14)

وعلى رغم من حداثة المصطلح على المستوى الإعلامي، فإن المصطلح حظي باهتمام من طرف الدول منذ بداية سنة 1990، وكان العالم "فينمان" قبل سنوات التسعينيات تنبأ بظهور تقنية النانو في محاضرته الملقاة في معهد كاليفورنا للتكنولوجيا سنة 1959، بعنوان " هناك كثير من الغرفة في القاع". ومن خلال العنوان يتضح المعنى المقصود أن هناك في المادة كثير من الصفات والعلوم المميزة والجديدة في الحجم المتناهي الصغر من المادة. وفي محاضرته الشهيرة سأل سؤال "ماذا يحدث لو استطاع الإنسان أن يتحكم في الذرات بدلا من تفجيرها".(بوراس: 2018، ص: 561)

ونشير أنه قد بلغ اهتمام الدول بنانو تكنولوجي في وقتنا الراهن باستخدامه في مجالات عدة منها المدنية ومنها العسكرية والأمنية، هو ما يجعل المجال الحربي في تغير مستمر وتطور نحو تخفيف وتصغير حجم العتاد العسكري وضمان كفاء عالية عند الاستعمال. كما تم دمج تقنيات النانو في الصحة العسكرية وملابس والاتصالات وأكل الجنود حتى يتمكنون من الصمود في أرض المعارك التي تدوم مدد طويلة. فتكنولوجيا النانو وتطبيقاتها على المستوى العسكري، كانت ولازالت عاملا مهما وحاسما في التقدم الحربي والدفاعي وحسم الحروب والنزاعات بشكل سريع. ومثل هذا الاهتمام مجالا جديدا للتسابق بين الدول والحكومات قصد تطوير البحوث العلمية في صناعة تجهيزات عسكرية نانوية والتسلح بها، وذلك بتخصيص ميزانيات ضخمة برسم كل سنة مالية، وهذا يلاحظ بشكل كبير عن الدول العظمى كالولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والصين.

لا شك أن لتكنولوجيا النانو إيجابيات عدة خاصة في المجال المدني باستعماله في الطب وتصفية المياه واستدامة الموارد الطبيعة، غير أنه على المستوى العسكري تظهر سلبياته المتمثلة في المخاطر والتحديات سواء على المستوى الصحي أو البيئي أو القانون والتشريعي، بحيث يمكن أن يتجاوز تأثر هذه التكنولوجيا القوانين والسياسات الحالية، الشيء الذي يطرح معه عدة إشكالات تقتضي البحث فيها وإيجاد لها حلول من طرف الدول والمنظمات الدولية، حتى لا تتأثر حياة الإنسان بتكنولوجيا النانو، خاصة بدمجها مع علوم أخرى وتشتد خطورتها وتأثيرها.

وفي هذا الاتجاه، وبناء على ما تأسس، تطرح إشكالية حول أبرز الاستخدامات التي يدخل فيها النانو تكنولوجي في المجال العسكري والأمني وإلى أي حد ستساهم التداعيات والمخاطر المنبثقة عنها في إضرار بالإنسان والبيئة؟

وللإجابة عن هذه الإشكالية سوف نعتمد التقسيم التالي:

- **لمحور الأول: دور تكنولوجيا النانو في تطوير الصناعات العسكرية والأمنية**
- **المحور الثاني: البحوث العلمية والميزانيات العسكرية الدولية في مجال النانو تكنولوجي**
- **المحور الثالث: مخاطر وتهديدات استعمالات تكنولوجيا النانو في المجال الأمني والعسكري**

لمحور الأول: دور تكنولوجيا النانو في تطوير الصناعات العسكرية والأمنية

تقتضي الضرورة التعرف على مقياس تصنيع المواد والأنظمة والأجهزة بمعيار النانو، فقياس هذا الأخير واحد من المليار من المتر، وتوضيحا لهذا يمكن أن نشر مثلا إذا ما قسمنا المتر إلى ألف قسم، سنحصل على الميليمتر، وإذا تم تقسيم الميليمتر إلى ألف قسم سنحصل على الميكرومتر، وإذا تم تقسيم هذا الأخير إلى ألف قسم سنحصل على النانومتر، وهو بمثابة أن نأخذ شعرة من الإنسان ونتخيل تقليص قطرها ل 80 ألف مرة، فهذا التشبيه هو مقياس النانومتر. هذه الثورة العلمية لا تقل شأنا عن الثورة الصناعية، إذ أن تقنية النانو تقوم على استعمال الجزيئات في عملية التصنيع، تنتج صناعات بمواصفات فريدة ونوعية وبتكلفة أقل. لهذا ينظر لتقنية النانو بالقفزة الهائلة على مستوى فروع العلوم الهندسة ومجالات أخرى كالاقتصاد العالمي والطب والعلاقات الدولية وحياة البشرية اليومية. ويمكن أن نعطي مثال لتوضيح ما سبق، هو إمكانية تصنيع طائرة بوينغ 747 التي يصل وزنها الحالي إلى 400 طن ليتقلص بفضل النانو إلى نحو 100 طن وبتكلفة تقترب من عشر تكلفتها الحالية.(الباشا: 2019، ص:353-345)

ووفقا لهذا، تعتبر تكنولوجيا النانو واحد من أبرز مجالات البحث وأكثرها فاعلية في العلوم والتكنولوجيا الجديدة المهتمة بتركيب المواد النانوية التي متوسط أبعادها يكون أقل من 100 نانومتر. إن تكنولوجيا النانو تحظى حاليا باهتمام كبير وترقب من الفواعل المتخصصة في صناعة المنسوجات والملابس الذكية، لما للنانو تكنولوجي من خصائص فريدة في تحسين الخواص الوظيفية للمنسوجات مثل مقاومة البكتيريا والنعومة واللمعان وغيرها.(عبد الجواد: 2020، ص: 295) وقد انتقل هذا الاهتمام إلى المجال الأمني والعسكري والدفاعي، سواء على مستوى اللباس العسكري أو التجهيزات والعتاد أو على مستوى آليات ووسائل الاتصال والتواصل خلال الحروب وساحاتها.(مزياني: 2021، ص: 214)

تعود أهمية استخدام تقنيات النانو في الميدان العسكري والأمني والفضائي للتطور المتسارع في التكتيكات العسكرية والأمنية والفضائية، إلى جانب السباق نحو التسلح وامتلاك الفضاء، والبحث عن موارد جديدة يمكن أن يستفاد منها لتقليص الترسانة العسكرية الكبيرة للأسلحة وتقليص الإنفاق في هذا المجال، وإنتاج أسلحة أكثر كفاءة ودقة وبتكلفة منخفضة، بأحجام صغيرة تؤدي الغرض المطلوب ولا تحتاج إلى توفير مستودعات بمساحات كبيرة لتخزينها. فهذا التطور الحاصل على المستوى التقني لم يعد من الأسرار العسكرية، بل أضحى معروفا تتنافس حوله الدول للسيطرة على العالم.(الملاح:2013، ص: غير مرقم)

والتطور شمل أيضا الجنود إذ أن أبرز المشاريع الصناعة الحربية في مجال الألبسة الذكية هو مشروع " جندي المستقبل، القميص الذكي" الخاص بالقوات العسكرية الأمريكية، وهي بدلة مضادة للرصاص وتقلص الأوزان المحمولة من طرف الجندي في أرض المعركة ومراقبة حالته الصحية وتعمل على تحسين قدرته على التحمل وردود الفعل ومعالجة الجروح، وتحسين العملية الاتصالية، فضلا عن خاصية الحماية من تأثير القنابل البيولوجية والكيماوية والكشف عن

إصابة الجندي بالرصاص والمنطقة بالضبط مع إرسال البيانات إلى المركز لمساعدة الأطباء على معرفة مكان الإصابة بالتدقيق.(الغندور: 2018، ص: 25)

وفي الميدان الشرطي، وتحديدا شرطة المرور، تم تصميم ملابس تتأقلم مع وظيفتهم وبيئتها، إذ يتم استخدام "الطلاء النانوي وهو عبارة عن غشاء من بوليمر بلاستيكي رقيق وشفاف بصريا يغطي كل جزء من المادة تقريبا عند معالجته". كما أن لتقنية النانو تأثيرات جيدة على الأقمشة وتوفر متانة بنسبة كبيرة. فهذا النوع من الطلاء له جسيمات تعزز النسيج التقليدي بخصائص تقاوم البكتيريا وحجب تسرب المياه والحماية من الأشعة فوق البنفسجية والتنظيف الذاتي، إلى جانب المحافظة على اللباس من البقع والتجاعيد ومقاومة الكهرباء الساكنة ومضاد للروائح. (الدمرداش:2022، ص:179-178)كما يمكن الاستفادة من تقنيات النانو في المجال الشبه العسكري بتوفير المعدات والملابس لقوات الدفاع المدني عند تدخلها لإخماد النيران أو تفقد أماكن صعبة الوصول لها مثل الآبار الضيقة والمباني العالية، وذلك بتصميم معدات خفيفة الوزن وذات كفاء مقاومة لما تنتجه بيئة عمل رجال الدفاع المدني من مخاطر.

تجدر الإشارة لم تقتصر نانو تكنولوجي على تطوير شق المنسوجات الشرطية والعسكرية والجوانب الهجومية واللوجستية، بل تعدى ذلك بكثير، إذ يلاحظ استعمالها في صناعات لها من المقدرة لتتكيف مع مختلف الظروف المناخية والبيئات القتالية، كخلق المنصات الهوائية لها القدرة على العمل من القواعد البحرية والبرية بغض النظر عن القيود البيئة. إلى جانب هذا تم صناعة روبوتات متناهية الصغر دورها يتمثل في نشر الفيروسات والمواد السامة البيولوجية والكيماوية، بغية تحقيق القتل السريع أو تعطيل وظائف الجسم كالدماغ بهدف التأثير والسيطرة عليه حتى تخضع الضحايا، حيث يمكن ل" محايات العقل النانوية" أن تغير أو حتى تمسح ذاكرة شخص من خلال إحداث سلسلة متعاقبة من " الحقول الصغيرة" وغير قابلة للملاحظة، تستهدف أجزاء من الدماغ الشيء الذي يؤدي لظهور أعراض تتقارب مع مرض الزهايمر. ووفقا لهذا تحقق هذه الصناعات الفريدة هدفها بالوصول للنتائج المبتغاة بأقل تكلفة وفق مبدأ السرية، على اعتبار مطور التكنولوجي دائما ما يسعى لاختيار الوسائل العسكرية السرية قصد تحقيق أهدافه السياسية دون المجازفة بدخول الحرب.(مزياني، مرجع سابق، ص: 214)

ويمثل إدماج تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية العامل المبدل للمشهد الأمني والعسكري والاستراتيجي خلال القرن الحالي، لكونه يوفر إمكانيات تشغيلية جديدة يمكن عبرها تسريع وثيرة تطوير المقدرات العسكرية لمجاراة التغيرات الدولية وتحقيق رغبة البلدان في رسم أولويتها قصد الاستجابة لحاجياتها عند العمليات العسكرية التي تقودها قواتها سواء العمليات الراهنة أو المستشرفة في المستقبل. وبهذا تكون تكنولوجيا النانو قد أفسحت المجال لمساحة فرص جديدة لتوظيف القدرات العسكرية مؤسسة على وجود أسلحة نوعية ومميزة.(نفس المرجع، ص: 210)

وبسبب التنافس حول الصناعات العسكرية النانوية، قد تجعل صناعة الأسلحة الجديدة الجيوش في مرحلة ضغط كبير وذلك بالبحث عن سبل لمنع الهجمات، الشيء الذي يدفعها لمتابعة تطوير التقنيات الجديدة في وقت سريع، وهذا من دون شك سيدفع من جديد الدول للتسابق في مجال التسليح بغية تحقيق نفس الهدف والحصول على أنظمة النانو المتاحة، والمركبات المصنوعة بتقنية النانو الخفيفة المستخدمة في عملية المراقبة مما سيؤدي لاختزال الوقت وتحديد المواقع المستهدفة. إلى جانب هذا ستمنح الأجهزة الطبية المزروعة في أجساد الجنود من تزويدهم بأدوية المؤثرة على مزاجهم واستجابتهم. وعلى سبيل المثال يمكن أن تعطي الشريحة المرتبطة بالجهاز العصبي للدماغ فرص تقليص المدة الزمنية لتحليل ومعالجة المعلومات بشكل سريع مما هو معتاد. كما يمكن للخوارزميات الجينية القائمة على الذكاء الاصطناعي أن تتخذ قرارات تكتيكية سريعة بفضل القوة الحسابية من خلال التكيف مع قرار الموقف. ولا تقف قوة

تقنية النانو عند هذا الحد، بل يمكن للروبوتات متناهية الصغر التنصت على الأهداف والتلاعب أو حتى تدميرها دون اكتشافها في نفس الوقت.(Tate : 2015, P : 24)

وفي هذا الصدد، هناك العديد من وزارات الدفاع والمؤسسات العسكرية في الدول المتقدمة تعمل على تطبيق هذه التكنولوجيا المتناهية الصغر ضمن مجالها، فعلى سبيل المثال هناك من المؤسسات العسكرية تسعى لتصنيع منظومة دفاعية نانوية هجومية على شكل حشرات بحجمها الاعتيادي يبلغ حوالي 200 ميكرون، لها القدرة على الطيران والمطاردة والتتبع والتصوير ثم الهجوم. كما تسعى الهيئات العسكرية بواسطة تقنية النانو إيجاد بديل الكتروني للجزء الحيوي للأدمغة البشرية وتعديل الدماغ بوضع شريحة الكترونية تمكن الجندي من ذاكرة تفوق الأصلية بمئات الأضعاف، بغية تخزين التعليمات المعقدة والقدرة التواصلية من دماغ إلى آخر. إلى جانب ابتكار أعضاء مصنعة بديلة ترفع من القدرات والأداء البشري، وصناعة أدوية لها القدرة على جعل الجندي بدون طعام ونوع لعدة أيام. وتعمل المختبرات العسكرية أيضا على تطوير أنظمة لها المقدرة على رصد الحالة الذهنية للأشخاص وذلك باستخدام تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي. (شملال: 2020، ص: 112-113)وقد أدى التسابق نحو امتلاك أسلحة قوية وذات كفاءة جعل من الحكومات والدول تخصص وتنفق الكثر من الميزانيات لزيادة عدة الأبحاث والدراسات حول النانو تيكنولوجي.

المحور الثاني: البحوث العلمية والميزانيات العسكرية الدولية في مجال النانو تكنولوجي

من الجدير القول، وإلى غاية 1986، لم تتمكن أي دراسات أو بحوث علمية أن تلعب دور مهام ناقلة-تنقل-لعلم النانو الناشئ لمصاف العلوم الأخرى. لكن تغير هذا الوضع، وحظي باهتمام كبير بمجرد أن نشر عالم الرياضيات الأمريكي " إريك دريكسلر" كتابه سنة 1986 المعنون ب: محركات التكوين Engines of Creation، والذي مثل بحق الانطلاقة الحقيقية لعلم النانو تكنولوجي؛ وبالتالي يرى البعض أن هذا العالم الأمريكي هو المؤسس الفعلي للعلم. كما تمكن الباحث الياباني "سوميو ليجيما" سنة 1991 من الوصول لاكتشاف بخصوص الأنابيب النانوية المتكونة فقط من شبكة من الذرات الكربونية، وبالقياس تم الحصول على مقاومة شد أعلى من مقاومة الفولاذ ب 10 مرات وأكثر صلابة واستقرارا من الماس بمرتين على الأقل.(الزهيري: 2010، ص: 35) وبعد سنة 1986 عرفت تكنولوجيا النانو تحولا كبيرا بدخولها ضمن إعداد ميزانيات وصناعات أخرى سواء عسكرية أو مدنية.

وفي ظل التطورات المتتالية، فقد تم رصد ميزانيات كبيرة جدا للأبحاث والتجارب في ميدان تكنولوجيا النانو، رغبة من الدول في تحقيق السبق العلمي وامتلاك قواعد تصنيع في هذا الميدان الحيوي. وبهذا يلاحظ أن الدول لها قناعة مؤكدة أن القرن 21 هو قرن تكنولوجيا النانو. وباستقراء بسيط لحجم الميزانيات المخصصة لتجارب النانو تعكس مدى الاهتمام العالمي بهذه التقنية. وقد ازداد الطلب على المنتوج المصنوع من النانو، فقد كشفت سنة 2001 أن معدل الإنفاق الدولي على النانو وصل ما يقارب 54 مليار يورو.(نفس المرجع، ص: 35)

لا غرو أن تكنولوجيا النانو باتت محط اهتمام كبير على المستوى العالمي، نظرا للنتائج المحققة من جراء استعمالها في عدة أجهزة كالحواسيب مثلا عن طريق تقنية التصغير، إذ تمثل تقنية النانو ثورة علمية قادرة على تحسين عمليات الإنتاج في جميع المجالات، هذا ما جعل الدول تضعها ضمن اهتماماتها ومن بينها الولايات المتحدة الأمريكية، بحيث كانت السباقة لاستعمال تكنولوجيا النانو بموجب تشريع من الكونغرس. (بوحورية: 2019، ص: 1295)

وتبعا لهذا، استثمرت الولايات المتحدة الأمريكية مبكرا في مجال نانو تكنولوجي بالنظر لتطبيقاتها في المجالين المدني والعسكري، حيث تم إحداث مع مطلع القرن الحالي، وتحديدا سنة 2001، المبادرة الوطنية للتكنولوجيا النانوية بهدف تعزيز وتنسيق البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو بمجموعة من الوكالات الحكومية. ومنذ هذا العهد، تم استثمار ما يصل إلى 21 مليار دولار في أبحاث تكنولوجيا النانو الفيدرالية، بما في ذلك 1,5 مليار دولار برسم السنة المالية 2014. وبرسم هذه السنة وفي إطار الاستثمار، تم تخصيص ما يناهز 156 مليون دولار للبحث الذي أجرته كيانات أو شركاء وزارة الدفاع، بما في ذلك وكالة مشاريع الأبحاث الدفاعية المتقدمة، وبرنامج الدفاع الكيميائي والبيولوجي، ووكالة الحد من التهديدات الدفاعية، ومعهد تكنولوجيات الجندي النانوية وهي مؤسسة مشتركة بين جيش ماساتشوستس ومعهد تكنولوجيا الولايات المتحدة.(Sayler :2015, P :03)

وتخصيص الميزانيات والبحوث لازال مستمرا بحيث بالاطلاع عل ميزانية الرئيس الأمريكي لسنة 2019، نجدها وفرت ما يصل إلى 1,4 مليار دولار للمبادرة الوطنية لتكنولوجيا النانو، ليكون مجموع المبالغ التراكمية إلى ما يناهز 27 بليون دولار منذ إحداث هذه المبادرة مع بداية القرن 21. وفي تصريح لوزير الدفاع الأمريكي سنة 2018 عبر عن نظره لتكنولوجيا النانو بكونها مجال تكنولوجي تمكيني يجب أن يحظى باهتمام على أعلى المستوى من طرف الشركات في تنسيقها، نظرا للطبيعة الواسعة والمتعددة التخصصات لتكنولوجيا النانو. ونشير أنه منذ 2017 تبين البيانات أن أمريكا لوحدها نشرت 4725 براءة اختراع وهو ما جعلها تحافظ على مكانتها كرائدة في تكنولوجيا النانو لأزيد من 20 عاما.(عامر: 2021، ص: غير مرقم)

وتتواصل جهود الدول في مجال البحث في تقنيات النانو، فروسيا أنشئت شركة روس نانو تكنولوجي الوطنية لصناعة منتجات منتجة بتقنية النانو، وقد تمكنت موسكو من إنتاج رادار بحجم اليد يستطيع التعامل مع الطائرات. وبالإضافة إلى الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا الاتحادية فإن دول أخرى أعطت اهتام كبير للبحث في نانو تكنولوجي، كالتايوان التي أنشأت حكومتها المعهد الصناعي للبحوث التكنولوجية. وبخصوص كوريا الجنوبية تعد من أكبر الدول في إنتاج الدوائر المتكاملة، تحديدا الشاشات والذاكرات. وفي سنغافورة وماليزيا تم إحداث معمل تجارية تعمل في مجال تقنيات النانو، وعلى الرغم من تصدر أمريكا واليابان وكوريا الجنوبية تطوير أبحاث تقنية النانو، غير أن الصين وتايوان يضيقان الفجوة بشكل سريع، ومرد ذلك للاستثمارات العامة في مجال التطوير والأبحاث.(العتيبي: 2021، ص: 45)

عموما، إن تكنولوجيا النانو من بين أهم التكنولوجيات الرئيسية في الصناعات الحالية، وترصد لها ميزانيات عملاقة من مختلف الدول الكبرى، غير أن الميزانيات المرصودة للتداعيات والمخاطر فهي ضعيفة وهزيلة جدا، بالتالي تبقى معظم المخاطر والتداعيات الناتجة عن تقنيات النانو تكنولوجي غير معروفة، أو معروفة بشكل سطحي، لاسيما تأثيرها على الصحة والبيئة في حالة نشوب حرب بهذه التجهيزات والأسلحة السامة والملوثة. هذا الأمر قد يؤدي إلى تجاوز التشريعات الدولية والوطنية وينتج معه إشكاليات كبرى تقتضي التفكير العميق وإنتاج دراسات وبحوث تروم إعطاء نظرة دقيقة عن التحديات والمخاطر المنبثقة عن هذه التكنولوجيا، لاسيما عند استعمالها عسكريا وأمنيا، وعلى مستوى تهديد حقوق الإنسان والقانون الدولي الإنساني.

المحور الثالث: مخاطر وتهديدات استعمالات تكنولوجيا النانو في المجال الأمني والعسكري

من المرتقب أن ترتفع معدلات استخدام تكنولوجيا النانو خلال السنوات القليلة القادمة، فإن هذا الأمر آثار مخاوف كبيرة عند العلماء، وذلك بكون اللبنات الرئيسية لهذه التكنولوجيا أصغر من واحد على مليار من المتر، إذ من

المحتمل أن تشكل مخاطر جديدة على البيئة والصحة، لاسيما عند استنشاقه خلال مرحلة التصنيع أو عند الاستخدام.(محمد: 2018، ص:427) وستزداد حدته عن الاستعمالات المتعلقة بالمجال الحربي والعسكري عند اندلاع الصراعات والحروب. كما أن الدراسات حول التهديدات والمخاطر لا ترقى إلى ما هو مطلوب، فمثلا المخاطر البيئة لتكنولوجيا النانو لا تزال غير معروفة ومفهومة بشكل كلي، ولا تنفق الحكومات على الأبحاث المرتبطة بالمخاطر عكس التطبيقات، فهذه الأخير أنفقت حولها الولايات المتحدة الأمريكية 33 بالمئة من ميزانيتها برسم سنة 2006، مقابل 0,0085 بالمئة بشأن المخاطر الصحة والبيئة للنانو.(البشير: 2013، ص: غير مرقم)

وتكمن هذه المخاطر الناتجة عن تكنولوجيا النانو بالأساس على صحة الإنسان وذلك راجع لصغر حجم المواد النانوية بسبب الجزيئات متناهية الدقة، فيمكنها النفاذ عبر مسامات الجلد وعبورها إلى الجسم وانتشارها فيه بسهولة مقارنة بأي مواد أخرى دون أن يحس الإنسان. والخطير في هذا أن جسم الإنسان لا يبدي أي مقاومة لهذه الجزيئات ووصولها للرئة عبر الاستنشاق. ولا تنحصر التأثيرات على الجانب الصحي وإنما هناك تأثير على العناصر البيئية ومن الصعوبة التنبؤ بها بسبب التفاعلات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية المعقدة، الشيء الذي يؤدي لمخاطر على مستوى التربة والماء والهواء.(عليوي: 2023، ص: 1745-1746)

وقد بات من المعلوم عند الباحثين في التكنولوجيا الدفاعية كون الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا النانو أصبحا في مقدمة تصنيع الأسلحة بالدول المتقدمة. يلاحظ أن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لها النصيب الأكبر من الداعية الإعلامية، في حين تكنولوجيا النانو لم تأخذ الحيز الذي يليق بها، بل هناك تعتيم حولها بشكل من الأشكال. إن استخدام النانو في الميدان العسكري يمكن أن تكون خطيرة بسبب الاختراعات القادرة على إحداث دمار شامل. وهذا ما تم تأكيده من طرف العديد من العلماء ومثاله "يورغن ألتمان" الذي يشتغل أستاذا للفيزياء التجريبية بجامعة دورتموند الألمانية، حيث كان قد نشر سابقا سنة 2004 ورقة تحت عنوان " المخاطر الناجمة عن الاستخدامات العسكرية للتكنولوجيا النانوية-الحاجة إلى تقييم التكنولوجيا والسيطرة الوقائية"، أكد عبر ورقته على ضرورة وجود تدابير تنظيمية للحد من التطورات الخطيرة لاستعمال العسكري لتقنيات تكنولوجيا النانو. كما تنبأ منذ سنة 2001 بمخاطر استعمال النانو في الأسلحة البيولوجية والروبوتات الدقيقة والحواسيب المصغرة المزروعة.(عامر، مرجع سابق، غير مرقم)

ويمثل استخدام تكنولوجيا النانو أيضا تحديا محتملا على القانون الدولي الإنساني في ظل تواجد صناعاته على ميدان المعارك الرامية لتعزيز قدرة الذخائر وتصفيح المدرعات. ويتمثل التحدي في التحكم التشغيلي لها؛ لاسيما هناك روبوتات تتمتع باستقلالية تشغيلية عن الإنسان. الشيء الذي طرح سؤالا حول المسؤولية القانونية والجنائية عن الأضرار الصادرة عن الأسلحة المخالفة للقانون الدولي الإنساني. وعلى الرغم من هذا فلابد القول، تقع مسؤولية امتثال الأجهزة الحربية على عاتق أطراف النزاع، وذلك يعني أي تصرف أو إهمال فردي يرقى إلى مستوى المشاركة الجنائية في انتهاكات القانون الدولي الإنساني، وسيظل خاضعا لترتيب الجزاءات القانونية في جميع الأحوال حتى ولو كان القرار النهائي للجريمة متخذ من الآلة نفسها بناء على برامج وخوارزميات.(ميلزر: 2016، ص: 44) ويمثل المزج بين تكنولوجيا نانو والذكاء الاصطناعي في ظل عدم وجود تأطير اتفاقي دولي خطرا كبيرا على جميع المستويات، لكون الدول والمنظمات الدولية والإقليمية في مراحلها الأولى لتبني تشريعات تقنن استعمال الذكاء الاصطناعي، باستثناء منظمة الاتحاد الأوروبي تبينت عبر برلمانها القاري في منتصف سنة 2023 قانونا حول تأطير استعمالات الذكاء الاصطناعي. وعلى الرغم من اعتماد هذا القانون على المستوى الأوروبي فإن الذكاء الاصطناعي بدوره يمكن أن يتجاوز بفضل تطوره المستمر مضامين القانون والسياسات المعمول بها.

وقياسا على هذا، يمكن أيضا لتكنولوجيا النانو أن تتجاوز الاستجابة للقوانين والسياسات الحالية، ففي الأمد القصير ستسفر التفاعلات بين تكنولوجيا النانو وباقي العلوم الأخرى عن تحسين وتطوير إمكانيات الأسلحة الراهنة، الشيء الذي سيؤدي إلى عدم وضوح وطمس المفاهيم التي تستند عليها قوانين مراقبة الأسلحة وتنظيمها تقليديا، فهناك عدة احتمالات لا نهاية لها بين تكنولوجيا النانو والأسلحة البيولوجية والكيميائية والتقليدية دون أن تتصف بالثورية أن يحيطها الإطار التنظيمي الدولي. وبحسب "بنسون" فقد أخذ نموذج اتفاقية الأسلحة الكيماوية وتبين أن عدد من الأسلحة النانوية تستوفي معايير الاتفاقية؛ بالتالي وجب تصنيفها كمواد كيميائية سامة بغض النظر عن تقنيات التصنيع أو خصائصها الفيزيائية، بحيث يرى أن الاتفاقية لا تطبق احتمالا فقط على الأسلحة النانوية المصممة لمهاجمة الآلات أو غيرها من الأشياء غير العضوية لأنها لا تدخل في الحالة المطلوبة، بمعنى الموت، أو عدم القدرة المؤقتة أو الأضرار الدائمة للإنسان أو الحيوانات. وهذا يطرح مشكل لكون النانو العسكري يمكن أن ينتج تدمير شامل أو على الأقل اضطرابات من خلال مهاجمة البنيات التحتية المادية.(Winstead : 2021, no pp)

وقد عالجت عدة مؤسسات دولية المشاكل التي تطرحها التكنولوجيات النانوية من أجل توفير مبادئ توجيهية. ففي منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، يخصص برنامج للمسائل الأخلاقية المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وتجري دراسات مستقبلية لمراعاة أثرها الاجتماعي والأخلاقي، من خلال نهج متعدد التخصصات. يركز هذا العمل على توصيف الجسيمات النانوية، والتأثير البيئي، والسمية، والطب النانوي، والخصوصية، والسرية، والمراقبة العامة، والتطبيقات العسكرية، ولكن أيضًا على نشر المعرفة وقضايا الملكية الفكرية. وتتقارب المقترحات حول الحاجة إلى التثقيف في مجال الأخلاقيات ووضع مبدأ توجيهي أخلاقي طوعي للعلماء. (Birraux :2007, P : 04)

بشكل عام، إن الصناعة النانوية بشكل تهديد وخطر في آن واحد على حقوق الإنسان والحريات العامة، على اعتبار يمكن استعمالاها على سبيل في انتهاك الخصوصية، فقد سبق وأن تم الإشارة أن هناك آلات وأجهزة نانوية متناهية الصغر تتخذ أشكال الحشرات أو حتى الطيور، مما قد يعرض الإنسان لخطر انتهاك خصوصيته لاسيما في الدول التي تصنف في التقارير الدولية الحكومية وغير الحكومية بغير الديمقراطية ولا تفي بالتزاماتها التعاهدية إذا كانت أصلا طرفا في الاتفاقيات الدولية الأساسية.

الخاتمة:

على مدى ثلاثين سنة الماضية، أصبحت تكنولوجيا النانو تفرض نفسها في مختلف الصناعات، وكان المجال العسكري والأمني الأكثر استفادة من هذه الثورة التقنية، وستزيد استعمالات النانو أكثر خلال السنوات القادمة، الشيء الذي سيظهر تحديات ومخاطر لازال العالم يجهلها نظرا لعدم الاستثمار الكبير للبحث في الجوانب السلبية.

وفي هذا الاتجاه، قد تستعمل تكنولوجيا النانو في التأثير على أهداف التنمية المستدامة، وتدمير الاقتصادات وخلق أزمات، وتصبح كل الأشياء متاحة ومباحة بفضل التطور في الأجهزة الاتصالية واختراق الاتصالات وتهديد الحياة الخاصة، بالتالي تعريض القانون الدولي للانتهاك، دون القدرة السيطرة على الاستعمالات غير المعقلنة للنانو تكنولوجي. كما يمكن استعمالها في مسائل غير أخلاقية كالتلاعب الجينات أو تشويه جسم الإنسان، وقتل الكائنات الحية، خاصة المجهرية النافعة للإنسان. هذا الأمر قد يؤثر في المنظومة البيئية ويخلق اختلال في عملها إذا ما تم استعمال أسلحة

بيولوجية أو كيماوية منتجة بتقنية النانو. وعبر هذا يمكن أن نطرح سؤال: هل تكنولوجيا النانو ستسبب في انقراض الحياة على الأرض بعد تطويرها أكثر وطرح مخلفاتها في البيئة؟

قائمة المراجع:

1. الحوشان، منصور بن صالح، الراشد، وماهر بن محمد(2018): ماذا تعرف عن تقنية النانو؟، مجلة النانو، العدد الأول، نوفمبر، معهد الملك عبد الله لتقنية النانو https://nano.ksu.edu.sa/sites/nano.ksu.edu.sa/files/imce_images/first_issue-comp.pdf

2. بوراس، فايزة، العشي، هارون(2018): أهمية تطبيق النانو تكنولوجي في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي، المجلد 5، العدد 2، ديسمبر ، الرابط المختصر: https://2u.pw/ctakDTg

3. الباشا، عادل صبحي، لفته، منال حسين (2019): دور استعمال النانو في تخفيض عناصر التكاليف، مجلة الدنانير، العدد 15.https://www.iasj.net/iasj/download/5148470ca438556d

4. عبد الجواد، محمود عبد الحليم، السيد، سكينه أمين محمود(2020): مجلة البحوث في مجالات النوعية، المجلد 6، العدد 29، يوليو 2020.

5. صبرينة مزياني، تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية: الواقع والتحديات ذات الصلة، المجلة الجزائرية للدراسات السياسية، المجلد 08، العدد 02، سنة 2021.https://search.emarefa.net/ar/viewer/BIM-1297432

6. الملاح، تامر(2013): تقنية النانو العسكري، اطلع على المقال بتاريخ 01 فبراير 2024، على الساعة 11 صباحا، الرابط: https://kenanaonline.com/users/tamer2011-com/posts/505453

7. الغندور، محمد إبراهيم حسن (2018): دور النانو تكنولوجي في تطوير الأداء الوظيفي للملابس، مجلة الفنون والعلوم التطبيقية، المجلد 5، العدد 1، يناير، جامعة دمياط، ص: 25. https://maut.journals.ekb.eg/article_104747_47d68d7533c5e6be27ba5f62cb1c8292.pdf

8. الدمرداش، ضحى مصطفى، وآخرون(2022): تطوير وتحسين الأداء الوظيفي لأقمشة ملابس شرطة المرور باستخدام تقنية النانو، مجلة التصميم الدولية. مجلد 12، عدد 12، نونبر، https://search.emarefa.net/ar/viewer/BIM-1443410

9. صبرينة مزياني، مرجع سابق.

10. نفس المرجع.

11. Jitendra S. Tate and Others, (2015): Military and National Security Implications of Nanotechnology, The Journal of Technology Studies, Vol 41, No 1, (Spring). https://www.jstor.org/stable/90003803

12. شملال، وليد(2020): البرامج البحثية لتطوير أنظمة النانو تكنولوجي في مجال الصناعات العسكرية والدفاعية، المجلة الجزائرية للأمن والتنمية، المجلد 09، العدد 02. https://search.emarefa.net/ar/viewer/BIM-1007262

13. الزهيري، طلال ناظم (2010): النانوتكنولوجي أفاق مستقبلية لبناء المكتبات الرقمية على الهاتف المحمول، المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات، المجاد 3، العدد 1. https://iasj.net/iasj/download/dcfea7c6c49c98de

14. المرجع السابق.

15. أمال، بوحورية، عمران، عائشة(2019) تأثير استخدام تقنية النانو على صحة وسلامة المستهلك في قانون الاستهلاك الجزائري، مجلة الأستاذ الباحث للدراسات القانونية والسياسية، المجلد 04، العدد 02،:. https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/457/4/2/107175

16. Kelley Sayler and Others, (2015) Nanotechnology ans U.S. military power, Center for a new American Security, Feb 1. https://www.jstor.org/stable/resrep06382.4

17. عامر، غادة محمد (2021): دور تقنيات النانو في الحروب اللامتماثلة (الحروب الحديثة)، اطلع عليه بتاريخ 27 يناير 2024 على الساعة 11 صباحا، الرابط المختصر: https://2u.pw/aDK6O5m

18. العتيبي، سوزان بنت غزاي غازي، سبحي، نسرين بنت حسن أحمد(2021): الوعي بتقنية النانو لدى طالبات كلية العلوم بجامعة جدة في المملكة العربية السعودية، المجلة العربية للنشر العلمي، العدد 28، شباط. الرابط المختصر: https://2u.pw/gNAHHSf

19. محمد، علا عبد السلام بركات(2018): فرص ومخاطر النانو والتغيرات التي تحدثها في بعض الخواص الرئيسية المرتبطة بالشعور بالراحة في الخامات السليلوزية، مجلة العمارة والفنون، العدد 11، الجزء الأول، يوليو، ص: 427. https://mjaf.journals.ekb.eg/article_20562.html

20. البشير، محمد هاشم(2013) التلوث النانوي،منظمة المجتمع العلمي العربي، اطلع عليه بتاريخ 01 فبراير 2024، على الساعة 10 صباحا، الرابط:https://arsco.org/article-detail-724-8-0

21. عليوي، زياد خلف(2023): الإطار القانوني لاستخدام تقنية النانو، مجلة الدراسات المستدامة، السنة الخامسة، المجلد الخامس، العدد الأول.https://www.iasj.net/iasj/download/3884dcf98d82fead

22. غادة محمد عامر، مرجع سابق، دون صفحات.

23. نيلس ميلزر، القانون الدولي الإنساني مقدمة شاملة، اللجنة الدولية للصليب الأحمر، جنيف-سويسرا، أغسطس 2016.- https://www.unitad.un.org/sites/www.unitad.un.org/files/nils_melzer_-_icrc_introduction_to_international_humanitarian_law_arabic.pdf

24. Nicholas Winstead (2021) : Nanotechnologies : application, implications et risques, Greenwashing economy, visite le 30 janvier 2024, 20h45, URL courte : https://2u.pw/1L3RwYi

25. Claude Birraux et Claude Saunier (2007) : Les nanotechnologies : risques potentiels, enjeux éthiques, assemblée nationale, Sénat, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, France, février. https://www.senat.fr/opecst/resume/4pages_nano1.pdf

تقنية النانو في المجال الطبي بين الضرورة العلاجية وقدسية الحماية القانونية للسلامة الجسدية للإنسان

Nanotechnology in the medical field between therapeutic necessity and the sanctity of legal protection for the physical humaine safety

الدكتور بلعيدي فريد
Dr.Belaidi Farid
أستاذ محاضر "أ"- جامعة أبوبكر بلقايد كلية الحقوق و العلوم السياسية - تلمسان/ الجزائر
Associate Professor "A" - Aboubaker Belkaid University - Faculty of Law and Political Science
Tlemcen / ALGERIA

الملخص:

تعتبر تكنولوجيا النانو أو كما تسمى بالتقنية متناهية الصغر قفزة نوعية في تاريخ البشرية في عصرنا الحديث، إذ أضحت لها تأثير كبير على العديد من المجالات الحيوية بما فيها المجال الطبي أين عرف بتسمية " طب النانو " " Nanomédecine"، التي غيرت من النظرة التقليدية لطرق العلاج باستخدام مواد مصغرة من خلال إعادة ترتيب جزئيات المادة بأبعاد نانومتريه بإمكانها الوصول إلى معظم أجزاء جسم الإنسان.

إلا أنه على الرغم من المزايا التي تحققها هذه التقنية في المجال الطبي، فهي لا تخلو من المخاطر المحتملة على صحة جسم الإنسان والتي تترتب عنها العديد من الآثار القانونية المنشئة للمسؤولية المدنية او المسؤولية الجنائية، ونظرا لما لجسم الإنسان من قدسية أقرتها التشريعات بفرض حماية قانونية لانقاش فيها، أضحى من اللازمة إحاطة استعمال هذه التقنية بضوابط فنية وقانونية تحقق من جهة الضرورة العلاجية، ومن جهة أخرى تحقق حماية فعالة للسلامة الجسدية للإنسان.

-هل تمكنت التشريعات من إيجاد إطار قانوني فعال حماية للسلامة الجسدية للإنسان من مخاطر استعمال تقنية النانو في المجال الطبي ؟.

الكلمات المفتاحية: تكنولوجيا – النانو – الطب – السلامة الجسدية - الإنسان

Abstract:

Nanotechnology, is a qualitative leap in the history of mankind in our modern era, as it has a great impact on many vital fields, including the medical field, where it is known as "Nanomedicine" which changed the traditional view of treatment methods using miniature materials by rearranging the particles of matter with nanometric dimensions that can reach most parts of the human body.

However, despite the advantages achieved by this technology in the medical field, it isn't without potential risks to the health of the human body, which entails many legal effects establishing civil liability or penal liability, and given the sanctity of the human body approved by legislation to impose legal protection without discussion, it has become necessary to surround the

use of this technology with technical and legal controls that verify on the one hand the therapeutic necessity, and on the other hand achieve effective protection for the physical humaine safety .

Has legislation been able to create an effective legal framework to protect the physical humaine safety from the dangers of using nanotechnology in the medical field?

Key words:Technology – Nano – Medical- Physical humaine – Safety.

مقدمة:

أضحت في وقتنا الحاضر تكنولوجيا النانو تعتبر جزء من الثورة التكنولوجية الجديدة، فتكنولوجيا النانو أو كما تسمى بالتقنية المتناهية الصغر تعد قفزة نوعية في تاريخ البشرية في عصرنا الحديث، لما لها تأثير من على العديد من المجالات الحيوية بما فيها المجال الطبي الذي عرف بتسمية " طب النانو" "Nanomédecine "، هذه التقنية التي غيرت من النظرة التقليدية لطرق العلاج باستخدام مواد مصغرة، من خلال إعادة ترتيب جزئيات المادة بأبعاد نانومتريه بإمكانها الوصول إلى معظم أجزاء جسم الإنسان، و بالتالي عملت هذه التقنيات على تحسين التشخيص و الرعاية حتى في المجالات التي يواجهها الطب و الصيدلة حاليا، وقد تتجاوز فاعليتها إلى حد التفتح على عدد لا حصر له من الاستعمالات في المجالات التي لا يزال فيها العلم في مهده، مثل تجديد الأنسجة المعقدة، و تحرير الجينات، و التشخيص التنبئ.

إن الابتكارات والمآثر العلمية والتكنولوجية التي تسمح بالتحكم في المادة في بعد لا يمكن تميزه بالعين المجردة، على الرغم من المزايا التي تحققها تثير الكثير من الاهتمام والتساؤلات، من حيث التكنولوجيا والسلامة والبيئة والأخلاق والمجتمع، إلا أنها لا تخلو من المخاطر المحتملة على صحة جسم الإنسان، والتي تترتب عنها العديد من الآثار القانونية المنشئة للمسؤولية المدنية أو المسؤولية الجنائية.

ونظرا لما لجسم الإنسان من قدسية أقرتها التشريعات بفرض حماية قانونية لا نقاش فيها، أضحى من اللازم تأطير استعمال هذه التقنيات بضوابط فنية وقانونية تحقق من جهة الضرورة العلاجية، ومن جهة أخرى تحقق حماية فعالة للسلامة الجسدية.

- إلى أي مدى تمكنت التشريعات من إيجاد إطار قانوني فعال حماية للسلامة الجسدية للإنسان من مخاطر استعمال تقنية النانو في المجال الطبي؟، وهل بإمكان هذا الإطار القانوني بالتكيف مع التطور التكنولوجي المتسارع والرهيب وضبط عواقبه؟

تكمن أهمية هذا البحث في التنبيه إلى ضرورة وضع ظوابط علمية وأطر قانونية واضحة المعالم تكفل الإستخدام الأمثل لهذه التقنية، وذلك بتحديد آلياتها ومتطلبات إستخدامها في إطار الممارسة الطبية تحديدا دقيقا نافيا للجهالة، مع الدعوة إلى مراجعة القواعد العامة التي تحكم المسؤولية الطبية وفق الأوضاع والمعطيات الراهنة التي يشهدها التطور العلمي من خلال إستعمال هذه التقنية، بغية التقليص من الآثار السلبية لإستخدامها، وكذا الحفاظ على حقوق المتضررين من هذه التقنية.

أولا: ماهية تقنيات النانو (تطبيقاها في المجال الطبي ومخاطرها)

1 -ماهية تقنيات النانو

يعود أصل كلمة "النانو" إلى الحضارة الإغريقية، فهي مشتقة من كلمة " نانوس"، وتعني " قزم" أو " صغيرا جدا" (الدوسري، 2012)، ويعني مصطلح " النانو" جزء من ألف مليون من جزء الوحدة، ف" النانومتر" الذي هو وحدة القياس التي هي المليار من المتر، أو المليون من الميليمتر هو جزء واحد من ألف مليون من المتر، كما تعتبر" النانو ثانية " جزء واحد من ألف مليون جزء من الثانية ، كما يعرف بكونه " الحد الأدنى من المسافة بين الذرتين تتحدد في ثلاث مجالات رئيسية هي : النانو فيزياء و النانوكيمياء ، و النانو تكنولوجيا، هذه الأخيرة يظهر تأثيرها بشكل جلي في مجالات الصحة و الرياضة و الإنتاج"(Robert, 2015) .

تعرف " علوم النانو " بكونها تلك " العلوم الأساسية المكرسة لدراسة الظواهر التي لوحظت في الهياكل والأنظمة على المقاييس الذرية ودون الذرية والجزئيات الكبيرة" (Dequesnes, les Nanotechnonlogies: applications biomédicales et règlementation en Europe (Thèse D'exercice pour le diplome de docteur en pharmacie), 2019)، كما تعرف أيضا بكونها " دراسة تركيب وخصائص الجسيمات والتراكيب ضمن المقياس النانوي" (مضوي، مضوي، نازك جاه النور ، نضال العجيب، و الزين محمود الزين ، 2018)، وبعرف أيضا بأنه " العلم الذي يهتم بالتعامل مع المواد في مستواها الذري أو الجزئي بمقياس لا يتعدى 100 نانومتر" (قاسم و قاسم ، 2015-2016)، ويهتم بإكتشاف ودراسة الخصائص المميزة لمواد النانو (مرهج، 2017)،

بينما تعدد التعاريف للتكنولوجيات النانوية، إذ تم تعريفها بكونها " فهم المادة والتحكم فيها على المستوى النانوي بأبعاد من حوالي 1 إلى 100 نانومتر، التي تسمح به الظواهر الفريدة من تطبيقات جديدة، بما في ذلك علوم النانو والهندسة والتكنولوجيا، فتقنية النانو تشمل قياس المادة وتصويرها ونمذجتها ومعالجتها على هذا النطاق من الحجم " (Dequesnes, les Nanotechnologies:applications biomedicales et règlementation en Europe (Thèse D'exercice pour le diplome de docteur en pharmacie, 2019)

كما يصطلح على هذا النوع من التكنولوجيا ب " علم الصغائر وميدانه الأجزاء الدنيا من المادة التي تتعاطى مع المكونات الذرية المتناهية في الصغر، ينقلها أو يفصلها أو يجمعها بغيرها من مثيلاتها بالترتيب الذي يرغب فيه" (بري، 2011)،حيث تعتبر هذه تقنية الحديثة هي عبارة عن " مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة، وتركيبها باستخدام مقايس في غاية الصغر" (صالح، 2015)

أما تنقنيات النانو هي"تطبيق علوم النانو التي تمكن من تصميم وتوصيف و إنتاج وتطبيق الهياكل والأشياء والأنظمة من خلال التحكم في الشكل والحجم على مقياس نانوي" (Dequesnes, les Nanotechnologies:applications biomedicales et règlementation en Europe (Thèse D'exercice pour le diplome de docteur en pharmacie, 2019)

2 - بعض تطبيقات النانو تكنولوجيا في المجال الطبي

يعتبر " طب النانو" أحدى أهم المجالات التطبيقية لتقنية النانو، إذ ساهم تطور تقنية النانو على تغيير القواعد الطبية المتبعة في منع الأمراض و تشخيصها و علاجها، فأضحت تقنية النانو تقدم طرقا جديدة لناقلات

الدواء داخل الجسم بسهولة عجيبة لما تتصف به هذه الحاملات من صغر الحجم تصل لمقياس النانو، تمكنها من إستهداف خلايا مختلفة في جسم الإنسان و الوصول إليها، علاوة على إمكانية تصويرها بسهولة و بدرجة عالية من الدقة زيادة على التحكم بهذه الخلايا و تشكيلها بأشكال مختلفة، كما أن إستخدام الليبوزوم النانوية المصنعة كنظام لتوصيل العقارات المضادة للسرطان و اللقاحات أضحى وسيلة جد مهمة لمعالجة المصابين بهذا المرض ، (طيف، 2020)

و بالنسبة للمواد و الأجهزة الإستشعارية وفي إطار إستخدام المواد النانوية ، أصبح إستخدام الذهب النانوي ممكنا في أجهزة الإختبار المنزلي للكشف عن الحمل، علاوة على ذلك أضحى من الممكن غرس الأجهزة الإستشعارية النانوية على مستوى الدماغ تمكينا للمصاب بالشلل الرباعي من الحركة و السير (قاسم خ.، 2006)

وفي إطار الكشف عن الأمراض تلعب الأسلاك النانوية دورا مهما، إذ تستخدم نظرا لحساسيتها كمجسات حيوية نانونية (طيف، 2020)، بينما تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب في علاج السرطان نظرا لقدرتها على تدمير الخلايا السرطانية (طيف، 2020)، أما في مجال الأدوية و العقاقير أدخل حاليا مصطلح جديد إلى علم الطب سمي ب " النانو بيوتيك"، وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية بإستعمال معدن نانو الفضة إنطلاقا من كون أنه ثابت علميا أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومة ميكروبية دون أن تؤدي جسم الإنسان، وقد ذكرت صحيفة " نانو ليترز" أنه تم تصنيع نسيج طبي شفاف من البروتين لا يزيد سمكه عن عشر المليميتر يستخدم لتغطية الجروح وتعقيمها وتسريع إلتئامها ، مع قدرته على الذوبان و الإختفاء بصفة ذاتية (طيف، 2020)

أما في مجال الروبوتيك النانوية تمكنت شركة (فوكس) من صناعة روبوت صغير بحجم النانومتر يمكن إستخدامه في العمليات الجراحية، إذ يساعد الأطباء على القيام بالعمليات الجراحية الحرجة و الخطيرة، حيث يستطيع الطبيب التحكم في الروبوت بواسطة جهاز خاص مما يساعد في إنجاز العملية بكفاءة عالية و بدقة متناهية. (طيف، 2020) ، كما تم تطوير آلية نانوية تمكن من بناء سلسلة من المادة الوراثية المكونة للـ DNA، يستطيع العلماء من خلالها وعن طريق إستخدام جدلية DNA تحريك جزء بالغ الصغر من مكان إلى إلى مكان آخر في ابلناء النانوي للمادة بغية تحديد طريقة عمله مسبقا (سالم، 2011).

3 – المخاطر الناجمة عن إستعمال تقنية " النانو" على جسم الإنسان

إن تكنولوجيا النانو تعيد تشكيل العالم بوتيرة سريعة إلى حد مخيف، حيث حاليا يتم تطوير المنتجات النانوية في فراغ تنظيمي على المستويين الوطني والدولي، ومع التوصل إلى فهم جديد في الكيمياء والفيزياء وعلم الوراثة وتطوير وتسويق المنتجات النانوية، أصبح من الضروري أن يفهم صناع السياسات والباحثون في المستقبل تعقيدات تقنية النانو من أجل تزويد المجتمع بنظرة ثاقبة كافية(Khane, 2015)

إن من أبرز المخاوف التي تلحق تقنية النانو سببها عدم دقة حجم المواد النانوية المتوغلة داخل مسام الجلد والأنسجةوالشرايينوالأوردة، وكذلك داخل الخلايا، وباستطاعتها الانتشار بسرعة داخل الجسم مما قد يؤدي إلى ما لا يحمد عقباه في حالة الخطأ الوارد عند الاستخدام، كما يمكن دخول أنواع غير معروفة من المواد داخل جسم الإنسان والتي من شأنها أن تؤثر على الحمض النووي للإنسان (مخلوف، 2021) .

فصغر حجم المواد النانونية و إن كان مفيدا من حيث سهولة الالتحام بالجسم و التوغل فيه، إلا أنها قد تضر من جهة أخرى بالجسم المناعي للإنسان و بالشفرة الوراثية باعتبارها جسما دخيلا عليه، ونظرا لتخوف الكثير من العلماء من الطبيعة السامة التي قد تتصف بها بعض المواد النانونية، فقد أنشأ المختصون بهذا المجال علما سمي ب" علم سمية النانو" ، إذ أنه عند استنشاق المواد النانونية فإنها تنتشر و تتسرب في جميع أجزاء الجهاز التنفسي، ويساعد حجمها الدقيق على اختراق الخلايا و الوصول إلى أماكن مهمة و مؤثرة عبر تيار الدم و اللمفاويات، ما يؤدي إلى الوصل إلى نخاع العظام و الكبد و الطحال و القلب و العقد اللمفاوية مما يؤثر على الجهاز العصبي (عميش، 2011)

ونتيجة لصغر الحجم فإن المواد النانوية التي يتعامل معها الإنسان لها القدرة أيضا على النفاذ من خلال مسامات الجلد و الدخول إلى جسم الإنسان بسهولة، مما يؤدي إلى إنتشارها داخل الجسم بصورة سريعة و فعالة مقارنة بأية مادة أخرى دون شعور من الإنسان أو ردة فعل مقاومة من جسمه، وهذا في حد ذاته يشكل خطرا على السلامة الجسدية للإنسان، إذا ما كانت تلك الجسيمات مضرة (مصباح، 2013)

كما أثبتت الدراسات في المعهد القومي للسلامة و الصحة و الوظيفة في ولاية فرجينيا الغربية حدوث تلف في القلب و الشريان التاجي مع حدوث تلف تأكسدي بالغ، مما يعد إنذارا لحدوث تصلب في الشرايين نتيجة إدخال أنابيب الكربون النانونية (مسعودة، 2023-2024)، و في دراسات أخرى لجامعة توتوري اليابانية وجدت أنابيب الكربون النانونية التي بدأت في التسرب بعد دقيقة واحدة من معاملة الممرات الهوائية الدقيقة للفئران، مما تسبب في تجلط الدم كعملية تجريبية، وبالمثل فقد سجل باحثون آخرون في جامعة روشيستر الأمريكية زيادة معدل تجلط الدم في الأرانب عند استنشاقها لأنابيب الكربون النانونية (مسعودة، 2023-2024).

وقد أكدت الدراسات أن سمية المواد النانونية ليس ناجما عن حجمها ودقتها فحسب، بل تتدخل فيه عدة عوامل أخرى تتمثل في طبيعة سطحها التفاعلية، وتركيبتها الكيميائية، وكذا قابلية الجسيمات النانوية على الذوبان، هذه الآثار كلها تزيد من صعوبة تحديد التأثيرات السمية ودرجة الخطورة على مختلف أعضاء الجسم البشري.

ولمناقشة هذه المخاطر و الوقوف عليها بالنقد فقد عقدت منظمة الصحة العالمية و منظمات المجتمع المدني، وكذا الدول المهتمة بتقنية "النانو" عدة مؤتمرات كان أولها المؤتمر الدولي ببروكسل سنة 2008، الذي انبثق عنه العديد من التوصيات أهمها اعتبار أن " تقنية النانو" سلاح ذو حدين، فرغم ايجابياته إلا أنه لا يخول من المخاطر الكبيرة، فجسيمات بقطر 300 نانومتر أو أصغر قادرة على اختراق جسم الإنسان بسهولة و التوغل في داخل خلاياه و التفاعل معها و تغيير خواصها أو تسميمها، لاسيما و أنه قد وجدت بعض الجسيمات النانوية التي لها تأثير محفز، مما يعني أن لها القابلية على توليد الجذور الحرة و التي عادة ما تولد الأورام السرطانية في الجسم (رافد).

في إطار مناقشة الأبعاد الأخلاقية لتقنية "النانو" و ما ينتج عنها من مشاكل أخلاقية أصدرت منظمة اليونيسكو كتابا بعنوان " تكنولوجيا النانو: العلم و الأخلاق وقضايا السياسات" " Nanotechnologies :Sciences, Ethics, and policy issues" الذي خاض في الجدل القائم حول خاصية صغر حجم الجسيمات النانوية وسهولة انتشارها، الذي يجعل من الصعوبة بمكان في التحكم فيها و تتبع آثارها، علاوة على التطور التكنولوجي الذي زاد من

صعوبة تحديد تأثيراتها المحتملة لا سيما على المدى البعيد، و التي من شأنها توسيع الفجوة بين الدول المشاركة في إستحداث هذه التكنولوجيا و بين الدول النامية ما يؤدي إلى تعمق الإحساس باللامساواة بينهم (سلامة، 2009).

ثانيا : قدسية الحق في السلامة الجسدية

تعتبر السلامة الجسدية أهم الحقوق الجوهرية للإنسان ، وبالمقابل يعتبر التطور التكنولوجي مقياس بين الأمم، لأجل تغطية المصالح العامة للدولة و تلبية المصالح الخاصة للأفراد، إلا أن حق الدول في التنمية و التطور التكنولوجي يقابله إلتزام من طرف هذه الأخيرة بضمان حقوق الإنسان في أسمى صورها، فيما يتعلق منها بالسلامة الجسدية ، الأمر الذي يستوجب بدل الجهود اللازمة لأجل تجنب الآثار السلبية للتكنولوجيا على الحق في السلامة الجسدية للجنس البشري.

1 - ماهية جسم الإنسان

يعتبر جسم الإنسان أهم عنصر لوجوده، وعليه فهو أهم و أقدس عناصر الحياة، ومن هذا المنطلق لا يجوز أن يكون محلا إتفاق إلا في إطار سلامته وصونه، إذ يعتبر المساس به إنتهاكا لمعصومية هذا الكيان الإنساني، ولما كان الإنسان غاية التنظيم الإجتماعي، فإن حمايته في كيانه المادي و المعنوي تصبح أساس النظام القانوني برمته.

فجسد أو جسم الإنسان يعرف قانونا بكونه " ذلك البنيان البشري الذي تم إ،فصاله عن جسم الأم، ولا يشوبه مسخ يخرجه عن الصورة التقليدية لبني آدم" (جادي، 2015-2016)، ويدخل في مدلوله حتلا الأعضاء العاجزة عن القيام بوظائفها كليا أو جزئيا كالأعضاء المشلولة، فضلا عما إقتضت ظروف الإنسان الصحية نقه إليه من أعضاء بشرية و إصطناعية (الشاذلي، 1999)، كما يعرف أيضا بأنه " الكيان الذي يباشر وظائف الحياة وهو محل الحق في سلامة الجسم، و الموضوع الذي تنصب عليه أفعال الإعتداء على هذا الحق" (حسني، 1959)

أما عن المفهوم الطبي لجسم الإنسان فقد تم تعريفه بأنه " مجموعة الأعضاء التي تتكون من أنسجة متباينة قوامها خاليا نوعية مميزة لكل نسيج، والخلية هي الوحدة الأساسية في تكوين جسم الإنسان وتجميعها وارتباط بعضها مع البعض الآخر تتكون الأنسجة المختلفة، وتقوم هذه الأعضاء بأداء الوظائف الحيويةبالنسبة لبقاء الإنسان سواء أكانت هذه الوظائف من النوع الفسيولوجي أو السيكولوجي" (البدو و بيرك فارس ، 2007).

كما عرف الجسد بأنه:" النطاق أو الهيكل المادي للإنسان بما له من طول وعرض وعمق وما يتضمنه من مكونات أو عناصر أو أجزاء تشمل مواد وخاليا و أنسجة وعظام وسو ائل" (بشري).

2 – مدلول حق الإنسان في السلامة الجسدية وطبيعته القانونية

يعتبر حق الإنسان في سلامة جسده من الحقوق الجسمانية التي تتصل بجسم الإنسان، وهو من أهم الحقوق التي يتمتع بها، ولذلك ذهب فريق من فقهاء القانون إلى تعريفه بكونه " مصلحة للفرد يحميها القانون غايتها أن يظل جسم الإنسان مؤديا لكل وظائفه على النحو الطبيعي الذي ترسمه وتحدده القو انين الطبيعية، و في أن يحتفظ بتكامله الجسدي و أن يتحرر من الآلام البدنية" (السيد عبد السميع).

وقد إعتبره بعض شراح القانون بأنه " مركز قانوني يخول شاغله في حدود القانون الإستئثار بتكامله الجسدي، والمستوى الصحي الذي يعايشه وبسكينته البدنية والنفسية" (عيساني، 2022).

إختلف الفقه في تحديد طبيعة الحق في سلامة الجسم ، إذ إعتبره البعض بأنه ذو طبيعة فردية من حيث كونه من الحقوق اللصيقة بالشخصية، ومن ثم يترتب عليه طابعا شخصيا يمتد نطاق صاحبه أن يظل جسمه على هيئة معينة إرتضاها لنفسه وفقا لما فطرته الطبيعة عليه، وذلك لكون أن الشخص يولد لديه شعور فلادي معين حالة إتخاذ جسمه وضعا معينا، و المحافظة على مادة الجسم تعد عنصرا أساسيا من مكونات الحق في سلامة الجسم (ماروك، 2003)، فالحق في سلامة الجسم محله جسم الإنسان هو ذلك الهيكل المادي بما يحويه من عناصر ومواد وخلايا و عظام و التي تشكل في مجموعها أجزاء و أعضاء هذا الجسم (مصباح القاضي، 2013) ، و نظرا لأهية هذا الكيان من وجهة نظر ذاتية فإن تطاق مصلحة صاحبه تمتد في المحافظة على جميع أجزائه و أعضائه حتى يستطيع القيام بوظائفه الطبيعية من أكل وشرب ، و إشباع لرغباته الطبيعية، أو التخلص من فضلات أجزاء الجسم، علاوة على المحافظة على سلامة أداء تلك الأجهزة و الأعضاء لوظائفها المقررة لها وفق للقوانين الطبيعية وتقاس مدى قدرة أجهزة الجسم على أداء وظائفها الحيوية بفكرتي الصحة و المرض (ماروك، 2003) .

ونظرا لكون أن الإنسان كائن إجتماعي لا يمكنه العيش بمعزل عن مجتمعه ذهب جانب آخر من الفقه إلى أن الطابع الاجتماعي للحق في سلامته الجسدية تتجلى من خلال القواعد التي تنظم الفرد داخل مجتمع معين، الذي من بين مظاهره على سبيل المثال لا الحصر التطعيم الإجباري حيث تكون فيه المصلحة الاجتماعية أقوى نسبيا من المصلحة الفردية، الأمر الذي يحتم المساس بسلامة الجسم وسلامته الشخصية، إستنادا على فكرة المساواة بين أفراد المجتمع الواحد (ماروك، 2003).

3- مبدأ حرمة جسم الإنسان في كل من الشريعة الإسلامية والقانون الوضعي

يعد الحق في الحياة و الحق في سلامة الجسم البشري من أهم حقوق الإنسان، إنطلاقا من كون أن لهذا الأخير الحق في الحياة ، وكل إعتداء عليها يشكل ضررا يستوجب التعويض ، فحق الإنسان في سلامة جسمه يقوم على إبقاء أعضاء الجسم مؤدية لوظائفها على نحو طبيعي، والإحتفاظ بكل أعضاء الجسم كاملة غير منقوصة، فالجسد قيد على تعالي الروح وسموها بل وحريتها، ما يجعل التصرفات التي يقوم بها الإنسان على جسمه تتأرجح ما بين المنع و الإباحة ، بحسب ماتمليه المنظومات الاجتماعية بتقاليدها وقوانينها وشرائعها، إذ أن الحرية في الجسد من أهم التصرفات الواقعة تحت كل أنواع الرقابة المادية و المعنوية .

أ – موقف الشريعة الإسلامية من مبدأ حرمة جسم الإنسان

لقد عنيت الشريعة الإسلامية بحماية النفس البشرية (الجوزية، 1958)، فحرمت قتل النفس إلا بالحق مصداقا لقوله تعالى ﴿وَلَا تَقْتُلُوا النَّفْسَ الَّتِي حَرَّمَ اللَّهُ إِلَّا بِالْحَقِّ و﴾(الإسراء: الآية-33)، ومن هنا جاءت القاعدة الفقهية التي تقضي بأنه " لا يجوز المساس بدم الآدمي أو عرضه بغير حق" (القرطبي، 1935).

كما حرم الله عزوجل على العبد إتلاف أعضاء جسمه فقال عزوعلا ﴿وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ﴾(البقررة: الآية 195)، وعلة ذلك أن الحق في الحياة وسلامة الجسد حق مسترك بين العبد وربه (بن عبدالسلام، 1934)، ومن ثم يرى البعض أنه لا تسقط العقوبة الشرعية أو الضمان عند البعض في حالة إذن المجني عليه بالإعتداء (عيلش، 1898)،

وبناء على ما تقدم فإن لجسم الإنسان في الشريعةالإسلامية حرمة كاملة علتها كرامة الجنس البشري التي حباه الله بها مصداق لقوله تعالى ﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ﴾ (سورة الإسراء الآية 70)، وقوله ﷻ ﴿لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ﴾ (سورةالتين: الآية 4).

ب- موقف الفقه القانوني والتشريع الجزائري من مبدأ حرمة جسم الإنسان

تباينت وتجادبت آراء فقهاء القانون، بخصوص حق الإنسان على جسده فهناك من يعتبره ملكية مطلقة إنطلاقا من كون أن الجسد يتكون من خلايا وأعضاء، وهو بذلك مثل الأشياء وعليه يملك الإنسان جسده ملكية مطلقة يحتج بها قبل الغير، وقد سارت أحكام القضاء الفرنسي على هذه الوجهة معتبرة أن الإنسان سيدا لجسده، كما أقرت بعض التشريعات صراحة بحق المريض في طلب إنهاء حياته، ولا يسأل الطبيب المعالج كالقانون الهولندي (قاشي، 2008)، و في المقابل ذهبت بعض التشريعات إلى إعطاء الحق للمريض في رفض العلاج ورفض إستخدام أية وسيلة طبية أو جراحية، من شأنها أن تعمل على إطالة حياته صناعيا (قشقوش، 1994).

بينما ذهب جانب آخر من الفقه القانوني على أنه للإنسان حق الإنتفاع على جسده دون التعامل فيه، إذ أن كل إتفاق يكون محله المساس بجسم الإنسان يقع باطلا، فالإنسان لا يستطيع التصرف في هذا الجسد و في هذا الشأن ذهب الفقيه "كاربونييه" إلى القول بأن جسم الإنسان لا يمكن أن يقوم بمال ولا يمكن أن يعاملمعاملة الأشياء " مضيف بالقول بأنه " من الممكن أن نقول مجازا بل الإنسان سيد هذا الجسد ومن الناحية الفنية لا يمكن القول بأنه ملك له " (قاشي، 2008).

و آنطلاقا من المصلحة وكذا الوظيفة الاجتماعية التي يجسدها جسم الإنسان ذهب إتجاه ثالث من الفقه القانوني إلى تبرير التصرف في جسم الإنسان معتبرين أن جسد هذا الأخير له طبيعة مزدوجة للإنسان جانب وللمجتمع جانب آخر. (قاشي، 2008)، هذاالتغير الجدري في مفهوم حرمة الكيان الجسدي كان نتيجة للتقدم العلمي لا سيما في مجال الطب، فبعدما كان الأصل هو حظر كافة أشكال المساس بمادة الجسم مالم تكن هناك ضرورة علاجية ، أضحى بإمكان الأطباء و العلماء المساس بالكيان الجسدي ، وذلك بالبحث و التجارب العلمية (حسن منصور، 2013) ، مستندين في ذلك على أساس العديد من النظريات .

أولها نظرية المصلحة الاجتماعية التي تقوم على أن تنازل الفرد على عضو من أعضاء جسمه لصالح شخص مريض ، يعد واجب يحتمه مبدأ التضامن الإنساني، علما أن هذه النظرية وجهت لها إنتقادات عدة من حيث أنها أنبنت على أساس غامض جاعلة الأعضاء البشرية أشياء مشاعة ما بين أفراد المجتمع وهو ما يسمح للإساءة بكرامة الإنسان، كما أن مبدأ التكافل الإجتماعي الذي إعتمدت عليه هذه النظرية لا يكفي لإعتباره سببا مباشرا لمشروعية عمليات نقل وزرع الأعضاء البشرية و التي تشكل خطورة وفيها مساس بالسلامة الجسدية (إدريس عبد الجواد، 2009)

تلتها بعد ذلك نظرية ثانية سميت بنظرية السبب المشروع التي أرسى أسسها الفقيه الفرنسي "ديكوك" " decoq"، التي تقوم على أساس مشروعية التصرفات الواردة على جسم الإنسان، إنطلاقا من الهدف المراد تحقيقه من هذه التصرفات، فمتى كان الغرض مشروعا كان التصرف مشروعا (جادي، 2015-2016)، علما أن هذه النظرية هي الأخرى قد تعرضت للنقد على أساس أن المتبرع ليست له أية مصلحة من التدخل الطبي على جسده.

ثم ظهرت نظرية ثالثة هي نظرية الضرورة العلاجية الذي نادى بها الفقيه " سفاتييه" " Savatier" والذي من خلالها إعتبر أن الضرورة تقوم على أساس الموازنة بين المخاطروالأضرار، بحيث أن الضرورة لا تبرر إلا إذا كان الخطر المراد تفاديه يتناسب مع الضرر،ويبدو أن المشرع الجزائري قد أخذ بهذه النظرية من خلال المادة 21 /2 من القانون 18-11 المؤرخ في 18 شوال عام 1439 المو افق ل 02 يوليو 2018 المتضمن قانون الصحة الجزائري المنشور في الجريدة الرسمية عدد46 الصادرة بتاريخ 29 يوليو 2018 بقولها " ولا يمكن أن تتعرض السلامة الجسدية للشخص لأي مساس إلا في حالة الضرورة الطبية المثبتة قانونا وحسب الأحكام المنصوص عليها " ، علما أن هذه النظرية قد أنتقدت من حيث أن حالة الضرورة تستدعي وجود خطر حال وشيك الوقوع الشيء الغير متوفر في حالة

التجارب الطبية، كما أن الأخذ بفكرة الضرورة العلاجية فيه هدر لحق السلامة الجسدية (إدريس عبد الجواد، 2009).

لقد أكد المؤسس الدستوري الجزائري من خلال كافة الدساتير المتعاقبة على إعتبار حق الإنسان في سلامة جسده من أهم الحقوق المكرسة دستوريا، الواجب حمايته من كل اعتداء يمسه، فالبنسة لدستور 1996 تطرق المشرع الجزائر من خلاله إلى الحق في السلامة الجسدية من خلال المادتين 40و41 بحيث نصت المادة 40 منه على :"تضمن الدولة عدم انتهاك حرمة الإنسان، ويحظر أي عنف بدني أو معنوي أو أي مساس الكرامة" ، وهذا ما أكدته المادة 41 من نفس الدستور بقولها : " يعاقب القانون على المخالفات المرتكبة ضد الحقوق والحريات وعلى كل ما يمس سلامة الإنسان".

أما التعديل الدستوري الجديد لسنة 2020 فقد نص على هذا الحق من خلال المواد 38-39 منه مؤكدا في ذلك على أن الحق في الحياة لصيق بالإنسان، يحميه القانون، ولا يمكن أن يحرم أي أحد منه، حيث نصت المادة 39 على أنه " تضمن الدولة عدم انتهاك حرمة الإنسان، ويحظر أي عنف بدني أو معنوي أو أي مساس بالكرامة .يعاقب القانون على التعذيب وعلى المعاملات القاسية واللا إنسانية أو المهينة والاتجار بالبشر"، ومن هنا يتجلى لنا وأن المشرع الجزائري من خلال التعديل الدستوري الجديد قام بحصر التصرفات الماسة بجسم الإنسان والتي تعرض مرتكبيها للعقوبات المقررة في هذا الشأن.

لم يكتفي المشرع الجزائري بالنص على هذا الحق عبر دساتيره، بل حرص على تأمين سلامة جسم الإنسان فعليا من خلال النصوص العقابية التي تعاقب على كل فعل من شأنه أن يمس السلامة الجسدية للإنسان، سواء كان ذلك عن طريق الاعتداء الغير المشروع على جسده أو قصد اعتراف الشخص أو الحصول على معلومات تتعلق بارتكاب جريمة وهو ما أشارت إليه المادة 110 مكرر فقرة 03 من قانون العقوبات الجزائر بقولها" كل موظف أو مستخدم يمارس أو يأمر ممارسة التعذيب للحصول على إقرارات يعاقب بالحبس من 06 أشهر إلى 03 28سنوات."

3 – إباحة المساس بالسلامة الجسدية في إطار الأعمال الطبية وشروطه

رغم أن مبدأ حرمة جسم الإنسان يقتضي حظر المساس به، إلا أن ضرورة العلاج تبرر ما هو محظور شرعا، وهذا يعني أن مبدأ حرمة جسم الإنسان ليس بالمبدأ المطلق كونه يحتمل الإستثناء في حدود ما تقتضيه المصلحة الراجحة (مامون، حق الموافقة على التدخلات الطبية، 2008)

وبما أن الطب كسائر العلوم في تقدم سريع ومستمر، لدرجة أن الإنسان أو الطبيب قد يعجز عن ملاحقة الجديد في هذا المجال وآستيعابه، ونظرا لهذا التقدم فقد تجاوز الطب الحديث حدود الأعمال الطبية التقليدية، بآكتشاف طرق حديثة في علاج المرض أو الوقاية منه.

إلا أنه ورغم أن هذه الوسائل قد حققت فوائد جمة للبشرية، إلا أنها أدت في نفس الوقت إلى تعريض الكيان الجسدي لمزيد من الإنتهاكات الخطيرة الأمر الذي دفع إلى ضرورة البحث عن أسس وضوابط إباحة المساس بالسلامة الجسدية ضمن العمل الطبي بغرض فرض مزيد من الحماية القانونية في مواجهة تلك الممارسات يهدف الحد من الإعتداءات على الحق في سلامة الجسم.

ومن هذا المنطلق يرى أغلبية فقهاء الشريعة الإسلامية أن سبب إباحة العمل الطبي يكمن في إذن الشرع بمنحه الطبيب رخصة الممارسة الطبية، ثم إذن المريض عند التدخل المباشر على جسمه، ومن ثم فإن إذن الشرع هو المنشء الحقيقي لسبب الإباحة، أما رضا المريض فهو العامل المباشر الذي يسمح للطبيب بالمساس بجسمه بحسب الرخصة المنوحة له من الشرع، وذلك بآختيار الطرق العلاجية (مامون، رضا المريض عن الأعمال الطبية و الجراحية دراسة مقارنة، 2009)

كما إتفقت أغلب التشريعات على إعتبار الحق في ممارسة العمل الطبي الذي محله المساس بالجسم البشري حقا مباحا للطبيب بقوة القانون مدرجين إياه ضمن أسباب الإباحة، وفي هذا الشأن تنازع العديد من فقهاء القانون حول أساس إباحة العمل الطبي، إذ ذهب بعض الفقهاء إلى القول بان مرد إباحة العمل الطبي هو العرف والعادة (عبد الحميد الشواربي ، 1998)، بينما يرى البعض الآخر أن الأساس في ذلك هو رضا المريض لإجراء تلك العمليات الجراحية (الشيخ، 2002)

أما جانب آخر من الشراح إتخذو كأساس لإباحة العمل الطبي حالة الضرورة و آنعدام القصد الجنائي لدى الطبيب (بسام، 1984) ، إذ أنه من المستقر عليه أن إباحة الأعمال الطبية يشكل خروجا إستثنائيا على قواعد العقاب بالنسبة للأطباء، وذلك لوجود مصلحة أقوى من المصلحة التي دفعت إلى تجريمها (عزمي، 2000)

ولو أن بعض شراح القانون لا يؤيدون إعتبار حالة الضرورة أساس يمكن الإستناد عليه لإباحة ممارسة الطبيب للعمل الطبي، من حيث كون أن حالة الضرورة هي مانع من موانع المسؤولية، وليس سببا من أسباب الإباحة، وبالتالي فإن إعتبار حالة الضرورة سببا من أسبا ب الإباحة قد يكون من شأنها إباحة كافة الأعمال الطبية دون تمييز (النجدي).

وعلى هذا يؤيد بعض شراح القانون الإتجاه الذي يرى بأن إستعمال الطبيب لحقه في ممارسة العمل الطبي أصلح أن يكون أساسا للإباحة، لكون أنه من الناحية الو اقعية الطبيب يمارس العمل الطبي بإعتباره حق مخول له بمقتضى إذن من القانون الذي يمنح له هذا الحق الذي هو في حد ذاته مقيد بمدى توفر العديد من الشروط (بسام، 1984)، علما أن هذا الإتجاه قد حضي بتأييد كل من القضاء الفرنسي و المصري، وهذا في الكثير من الأحكام بإعتبار أن الطبيب الذي يمارس مهنته على جسم المريض أساسه في ذلك إذن قانون مهنته إعتمادا على مؤهلاته العملية (رمسيس بهنام، 1997).

على غرار العديد من التشريعات ذهب المشرع الجز ائري من خلال أحكام نصوص قانون العقوبات إلى إعتبار القيام بالعمل الطبي يدخل ضمن أسباب الإباحة تحت طائلة ما يأذن به القانون، إذ نص من خلال المادة 39 من الأمر 66-156 المؤرخ في 1966/06/08 المتضمن قانون العقوبات الجز ائري على أنه " لاجريمة إذا كان افعل قد أمر أو أذن به القانون ".

لقد إشترط الفقه والقضاء العديد من الشروط لإباحة العمل الطبي بصفة عامة والتجارب الطبية العلمية بصفة خاصة بالعديد من الشروط، نذكر منها شرط الترخيص القانوني لمزاولة مهنة الطب، وفق الشروط المحددة بموجب القانون المنظم لمهن الطبية، إنطلاقا من كون أن مثل هذا العمل لا يمكن أن ينجز إلا من طرف أشخاص مؤهلين ذوو الخبرة بعلوم الطب و المتخصصين في مجال البحث تحت إشراف طبي متخصص (راحلي سعاد ، 2015)، وهذا ما أكد المشرع الجز ائري من خلال 2/166 من القانون 18-11 المؤرخ في 18 شوال عام 1439 المو افق ل 02 يوليو 2018 المتضمن قانون الصحة الجز ائري المنشور في الجريدة الرسمية عدد46 الصادرة بتاريخ 29 يوليو 2018 التي تنص صراحة على أنه " تخضع ممارسة الصحة للشروط الأتية: - الحيازة على الديبلوم الجز ائري المطلوب أو الشهادة المعادلة له " ، كما نصت نفس المادة على أنه "يتعين على مهني الصحة تسجيل أنفسهم في جدول عمادة المهنة الخاصة بهم " ، وهذا ما أكدته المادة 204 من مدونة أخلاقيات مهنة الطب الصادرة بموجب المرسوم التنفيذي رقم92-276 المؤرخة في 05 محرم عام 1413 المو افق ل 06 يوليو 1992 المنشورة في الجريدة الرسمية رقم 52 الصادرة بتاريخ 1992/07/08 التي تنص صراحة على أنه " لا يجوز لأحد غير مسجل في قائمة الإعتماد أن يمارس في الجز ائر مهنة طبيب أو جراح أسنان أو صيدلي تحت طائلة التعرض للعقوبات المنصوص عليها في القانون"

كما إشترط الفقه و القضاء على أن يكون القيام بالعمل الطبي للضرورة العلاجية أو الطبية ، بمعنى إنصراف نية الطبيب للعلاج، فالعمل الطبي لا يكون مشروعا إلا إذا قصد به علاج المريض أو تخفيف آلامه وخلاف ذلك يؤدي إلى زوال الصفة المشروعة لهذا العمل، ما يؤدي إلى قيام مسؤولية الطبيب الجنائية (حسنين منصور ، 2006)، وهذا ما ذهب إليه المشرع الجزائري من خلال نص المادة 21 /4 من القانون 18-11 المتضمن قتنون الصحة السالف الذكر.

ونظرا لكون أن محل العمل الطبي والتجارب الطبية هو جسم الإنسان، فإن شرط رضا المريض أو الشخص الذي تجرى عليه هذه الأعمال الطبية يعتبر شرطا أساسيا يجب على الطبيب الحصول عليه قبل مباشرة أي تدخل طبي على جسم الإنسان، و إذا كان هذا الأخير قاصرا أو من في حكمه وجب الحصول على إذن وليه (مامون، حق الموافقة على التدخلات الطبية، 2008).

ولقد أجمعت العديد من الإعلانات و الإتفاقيات على ضرورة توفر هذا الشرط بما فيه القاعدة الأولى من تقنيني نورنبارغ ، و المادة السابعة من العهد الدولي الخاص بالحقوق المدنية و السياسية علاوة على القاعدة الر ابعة من إعلان هلسنكي ، كما إشترطه المشرع الجزائري من خلال المادة 364 من القانون 18-11 المؤرخ في 02 يوليو سنة 2018 المتعلق بالصحة فيما يخص عملية زرع الأعضاء أو الأنسجة أو الخلايا البشرية التي تنص صراحة على أنه " لا يمكن القيام بزرع الأعضاء أو الأنسجة أو الخلايا البشرية إلا إذ كان ذلك يمثل الوسيلة الوحيدة للحفاظ على حياة المتلقي أو سلامته الجسدية ،وبعد أن يكون هذا الأخير قد عبر عن موفقته بحضور الطبيب رئيس المصلحة التي تم قبوله فيها و أمام شاهدين إثنين " ، كما أكدت نفس المادة في فقرتها الثانية و الثالثة على أنه إذا تعذر على المتلقي التعبير عن مو افقته يمكن لأحد أفراد أسرته البالغين إعطاء المو افقة كتابيا حسب ترتيب الأولوية ، و في حالة ما إذا كان الشخص عديم الأهلية تعطى المو افقة من طرف الأب أو الأم أو الممثل الشرعي ، بعد إعلامهم من طرف الطبيب المعالج بالأخطار الطبية التي يمكن أن تحدث .

و في مجال البحوث الطبية و الدراسات العيادية أكد المشرع الجز ائري أيضا على ضرورة توفر المو افقة على إجرائها من خلال المادة 386 /1 التي نصت صراحة على أنه " لا يمكن إجراء الدراسات العيادية، إلا إذا عبر الأشخاص المستعدون للخضوع للدراسات العيادية، أو عند تعذر ذلك، ممثلوهم الشرعيون عن مو افقتهم الحرة و الصريحة و المستنيرة كتابيا وبعد إطلاعهم من طرف الطبيب الباحث الذي يمثله لا سيما عن : - الهدف من البحث و منهجيته ومدته و المنافع المتوخاة منه و الصعوبات و الأخطار المتوقعة و البدائل الطبية المحتملة ، - حقهم في رفض المشاركة في بحث ما ، أو سحب مو افقتهم في أي وقت دون تحمل أية مسؤولية ودون المساس بالتكفل العلاجي " ، كما أوجبت المادة 387 من نفس القانون إدراج مو افقة الشخص المستعد للخضوع للدراسة العيادية ضمن بورتوكول الدراسات ، مع تطبيق مو افقة الشخص حصريا وفقط على الدراسة التي ألتمست من أجله.

وحتى يكون العمل الطبي مباحا يشترط أيضا أن يكون عمل الطبيب مطابقا للأصول الفنية الطبية المتعارف عليها بين الأطباء، والتي يقصد بها " تلك المبادئ والقواعد الثابتة والمتعارف عليها نظريا بين طائفة الأطباء" (كشيدة الطاهر ، 2010-2011)، أو هي "مجموعة القواعد النظرية والعلمية المستقرة بين أهل الطب ولم تعد محل نقاش بينهم، أي هي الحد الأدنى الذي يجب مراعاته في العمل الطبي إلا إستثناءا كحالة الضرورة" (عبد الحميد الشواربي ، 1998)

خاتمة:

جلي أنه من خلال الإطلالة البسيطة على القواعد التي تتعلق بالسلامة الجسدية وحرمته فقهيا والحماية المقررة له قانونيا التي تطرقنا إليها من خلال مداخلتنا المتواضعة إستنتجنا أن المشرع الجزائري على الرغم من

محاولته الجادة لإحاطة السلامة الجسدية للإنسان بحماية قانونية فعالة لا سيما في مجال العمل الطبي، إلا أن إصراره بالإعتماد على القواعد التقليدية التي تحكم المسؤولية الطبية، قد تكون غير فعالة إن لم تواكب التطورات التكنولوجية الحديثة المتسارعة النمو لاسيما تلك المتعلقة بإستخدام تقنيات النانو.

فعلى غرار العديد من التشريعات أضحى إستعمال تقنيات النانو يشكل غموضا كبيرا من الوجهة القانونية في الجزائر نتيجة للآثار السلبية الناجمة عنها والتي تترتب عنها المسؤولية القانونية، التي قد تختلف شيئا ما عما هو متعارف عليه من خلال القواعد العامة للمسؤولية المدنية والجزائية، نظرا لما لتقنية النانو في المجال الطبي من خصوصية.

هذه الوضعية التي فرضت علينا الخروج ببعض النتائج والتوصيات المتسمدة من صميم بحثنا، والتي توردها فيما يلي:

- **النتائج**

- أن تقنيات النانو على الرغم من أن لها جوانب حسنة في المجال الطبي، إلا أنها لا تخلو من المخاطر التي قد تكون وبال على جسم الإنسان وصحته.

- أن حماية الجسم البشري لا تكتمل دعائمه إلا بضمان سلامة الوظائف التي يؤديها ولذلك كان من حق الإنسان التمتع بالحماية التي تكفل له أن تسير كل وظائف جسمه على النحو الطبيعي.

- أن الحماية القانونية لجسم الإنسان في إطار إستعمال تقنيات النانو، أضحت غير فعالة نظرا لعدم مواكبة القواعد والنصوص القانونية للتطور المتسارع للتكنولوجيات.

- **التوصيات:**

- وضع الإستراتيجيات المتعلقة بالبحوث حول صحة الإنسان لا سيما تلك المتصلة بالتقنيات وكذا المواد النانوية المصنعة.

- إرساء دستور أخلاقي علمي دولي لاستعمال تقنيات النانو في المجال الطبي.

- التأطير القانوني الدقيق والصارم لاستعمال تقنيات النانو في المجال الطبي والإنتاج والاستعمال الآمن لتكنولوجيا النانو التي ما فتئت تهدد الإنسان وحقه في سلامة جسده، وذلك بوضع قوانين وضوابط وقواعد من أجل ضبط وتنظيم التعامل مع كل ما له صلة بعلم النانو وتطبيقاته.

- إستحداث قاعدة تكنولوجية عربية متخصصة في تقنيات النانو، مع الاستفادة في بنائها من الخبرات البشرية العربية في الداخل وفي المهجر.

- توجيه البحث العلمي على مستوى الجامعات للخوض في كل ما له صلة بعلم وتكنولوجيا النانو.

- العمل على المراجعة والمتابعة المستمرة والدائمة للمنتوجات النانوية لإزالة المعوقات ومعالجة السلبيات في ضوء الأهداف والسياسات والخطط والبرامج المنهجية العلمية، مع تقييم المخاطر الناجمة عن النانو استعمالا وإنتاجا.

- ضرورة العمل الجاد المتعاون على حماية الإنسان وحقوقه من مخاطر النانو الضارة، وذلك بوجوب العمل على القضاء على الجانب السلبي لهذه التكنولوجيا.

- إجراء الاختبارات القبلية والبعدية على المواد النانوية للتأكد من سلامة هذه المواد على صحة الإنسان.

- تحديد القياس والحجم في المواد النانوية من أجل الحفاظ على سلامة هذه المواد.

- ضرورة توفير حماية أكثر للجسم البشري، خاصة في ظل التطورات الحاصلة اليوم، ونعتقد أن ذلك لا يتأتى إلا بإصدار قانون خاص بنقل وزرع الأعضاء البشرية كما هو الشأن في كثير من دول العالم، على أن تؤخذ فيه كل المقاييس العلمية خاصة ما تعلق منها بتحديد لحظتي ميلاد الجسم ونهايته.

- وضع ضوابط ردعية لضمان حماية السلامة الجسدية من الاعتداءات الواردة عليها.

قائمة المراجع

Dequesnes, A. (2019). les Nanotechnologies:applications biomedicales et règlementation en Europe (Thèse D'exercice pour le diplome de docteur en pharmacie. 18. (U. d. Université Clément Auvergne, Éd.) clerment - ferrant, France.

Dequesnes, A. (2019). les Nanotechnonlogies: applications biomédicales et règlementation en Europe (Thèse D'exercice pour le diplome de docteur en pharmacie). 18. (u. C. Pharmacie, Éd.) Clermont-Ferrand, France.

Khane, A. (2015). Ethical and social implications of nanotechnology (engneering leaders conférence 2014 p 4). *57*. الإمارات العربية: دار جامعة بن حامد بن خليفة للنشر. Récupéré sur proceeding, Qscience: https://www.qscience.com/docserver/fulltext/qproc/2015/4/qproc.2015.elc2014.57.pdf?expires=1709367314&id=id&accname=guest&checksum=DAB216D855AB11CF0DDC7A793CE6340F

Robert, C. (2015). *le Transhumanisme.* france, france: l'école de françois.

إبن القيم الجوزية. (1958). *زاد الميعاد في هدى خير العباد* (المجلد 3). القاهرة: المطبعة المصرية.

أبو محمد عز الدين بن عبدالسلام. (1934). *قواعد الأحكام في مصالح الأنام* (الإصدار 1، المجلد 1). القاهرة، مصر : المطبعة الحسينية المصرية.

أحمد رافد. (بلا تاريخ). *المدخل إلى علم النانو* (الإصدار 2). لندن، إنجلترا : إصدارات إي للكتب.

أسامة السيد عبد السميع. (بلا تاريخ). *مشروعية التصرف في جسم الأدمي في ضوء الشريعة الإسلامية و القانون الوضعي*. القاهرة، مصر : دار النهضة العربية.

أكرم محمودحسين البدو، و حسين بيرك فارس . (2007). الحق في سلامة الجسد. *مجلة الرافدين، 09*(33).

أيمن جعفر طه علي النجدي. (بلا تاريخ). *مدى مشروعية الأعمال الطبية التي محلها المساس بالجسم البشري* .

بابكر الشيخ. (2002). *المسؤولية القانونية للطبيب* (الإصدار 01). عمان، الأردن : دار حامد للنشر.

حسين أمين طيف. (2020). *تقنيات النانو وتطبيقاتها في المجال الطبي*. تاريخ الاسترداد 20 مارس, 2024، من الموقع الرسمي لكلية المستقبل الجامعة: new&https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=8

خالد مخلوف. (mars, 2021 26). *https://www.majalla.com/node/126966*، arab. تاريخ الاسترداد 20 février, 2024، من https://www.majalla.com/node/126966: https://www.majalla.com/node/126966

خالد مصطفى قاسم. (2006). جدوى إستخدام تكنولوجيا النانو في تطوير القاعدة التكنولوجيا الصناعية العربية. تأليف المنظمة العربية للتنمية الصناعية و التعدين، و البنك الإسلامي للتنمية (المحررون). الرباط، المغرب.

راحلي سعاد . (2015). النظام القانوني للتجارب الطبية على الأجنة البشرية (رسالة دكتوراه). 220. (جامعة الجزائر 1 كلية الحقوق، المحرر) الجزائر العاصمة، الجزائر.

رشا مضوي، زائد مضوي، عمر نازك جاه النور ، إسماعيل زيدان نضال العجيب، و هنا الزين محمود الزين . (2018). إستخدام تقنية النانو تكنولوجي في الطب (بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في التربية فيزياء). 08. (جامعة السودان للعولم و التكنولوجيا كلية التربية قسم الفيزياء، المحرر) الخرطوم، السودان.

رفيقة عيساني. (مايو, 2022). الحماية القانونية للسلامة الجسدية للإنسان في ظل التطور التكنولوجي الطبي. *مجلة القانون العام الجزائري و المقارن*(01)، صفحة 74.

رمسيس بهنام. (1997). *النظرية العامة للقانون الجنائي*. الإسكندرية، مصر : منشأة المعارف.

صفات سلامة. (2009). نحو دستور أخلاقي للنانو تكنلوجي. (جريدة الشرق الأوسط، المحرر) *جريدة الشرق الأوسط*. تم الاسترداد من
&issueno=11154&https://archive.aawsat.com/leader.asp?section=3
article=523095#.YWQ98yS6bIU

عبد الحميد الشواربي . (1998). *مسؤولية الأطباء و الصيادلة و المستشفيات المدنية و الجنائية و التأديبية* (الإصدار 01). الإسكندرية، مصر: منشأة المعارف.

عبد الكريم مامون. (2008). حق الموافقة على التدخلات الطبية. (كلية الحقوق و العلوم السياسية جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان، المحرر) *مجلة العلوم القانونية الإدارية و السياسية* (06)، صفحة 122.

عبد الكريم مامون. (2009). *رضا المريض عن الأعمال الطبية و الجراحية دراسة مقارنة*. الإسكندرية، مصر: دار المطبوعات الجامعية.

عبد الله إدريس عبد الجواد. (2009). *الأحكام الجنائية المتعلقة بعمليات زرع ونقل الأعضاء البشرية بين الأحياء*. الإسكندية: دار الجامعة الجديدة.

عبد الله القرطبي. (1935). *الجامع لأحكام القرآن* (المجلد 07). مصر: دار الكتب المصرية.

عبد الله بشري. (بلا تاريخ). *مدى مشروعية نقل وزراعة الأعضاء البشرية في القانون الوضعي و الشرائع السماوية*. القاهرة: دار محمود للطباعة و النشر.

علال قاشي. (2008). التصرفات الواردة على جسم الإنسان ومدى مشروعيتها. (كلية الحقوق و العلوم السياسية جامعة أبوبكر بلقايد تلمسان، المحرر) *مجلة العلوم القانونية و الإدارية و السياسية*(06)، صفحة 76.

علي محمد قاسم، و إدريس قاسم . (2015-2016). لفتة تطبيقات النانو في الطب (بحث لنيل درجة البكالوريوس في العلوم). 07. (كلية العلوم قسم الكيمياء جامعة القادسية، المحرر) العراق، العراق.

عمر عبد الحميد مصباح. (20-21 مايو, 2013). مدى ملائمة التشريعات القانونية لنانو الطاقة المتجددة (بحث مقدم إلى المؤتمر السنوي 11 تحت عنوان الطاقة بين القانون و الإقتصاد). 685. (جامعة الإمارت العربية المتحدة كلية القانون، المحرر) الإمارت العربية المتحدة .

فايزة جادي. (2015-2016). حق الإنسان في التصرف في جسده بين القانون الجنائي و التطورات العلمية الراهنة (رسالة دكتوراه). 116. (جامعة بن يوسف بن خدة (الجزائر1) كلية الحقوق و العلوم السياسية، المحرر) الجزائر العاصمة، الجزائر.

فتوح عبد الله الشاذلي. (1999). *شرح قانون العقوبات - القسم الخاص-*. الإسكندرية، مصر : دار المطبوعات الجامعية.

كشيدة الطاهر . (2010-2011). المسؤولية الجزائية للطبيب (مذكرة لنيل شهادة الماجستير في القانون الطبي). 50. (جامعة أبو بكر بلقايد كلية الحقوق و العلوم السياسية، المحرر) تلمسان، الجزائر.

لوبيدة مسعودة. (2023-2024). التقنيات المعاصرة في النجاح الطبي بين الأخلاق الحيوية و نظرية المعرفة (راسلة دكتوراه في فلسفة العلوم). 176. (جامعة زيان عاشور كلية العلوم الإنسانية و الإجتماعية قسم علم النفس و الفسلفة، المحرر) الجلفة، الجزائر.

لؤي مرهج. (2017). العمارة في ظل تقنية النانو. (مجلة جامعة البعث، المحرر) *مجلة جامعة البعث، 39*(18)، صفحة 86.

محتسب بالله بسام. (1984). *المسؤولية الطبية المدنية و الجزائية بين النظرية و التطبيق*. دمشق، سوريا : دار الإيمان.

محمد بري. (2011). *النانو تكنولوجي* (الإصدار 01). (مؤسسة الفكر العربي، المحرر) بيروت، لبنان: مؤسسة الفكر العربي .

محمد بن عتيق الدوسري. (2012). التقنية المتناهية الصغر(النانو). (جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، المحرر) *مجلة الأمن و الحياة*(357)، صفحة 62.

محمد حسنين منصور . (2006). *المسؤولية الطبية*. الإسكندرية، مصر : دار الفكر الجامعي.

محمد عيلش. (1898). *فتح العلي القدير في الفتوى على مذهب مالك* (الإصدار 01). القاهرة، مصر : مكتبة طوبى.

محمد غريب إبراهيم عميش. (2011). النانو بيولوجي عصر جديد من علوم الحياة. 153. (الهيئة المصرية العامة، المحرر) القاهرة، مصر.

محمود محمد سليم صالح. (2015). *تقنية النانو و عصر علمي جديد*. (مدينة الملك عبد العزيز للعولم و التقنية للنشر، المحرر) الرياض: مدينة الملك عبد العزيز للعولم و التقنية للنشر.

محمود نجيب حسني. (1959). الحق في سلامة الجسم ومدى الحماية التي يكفلها له قانون العقوبات. *مجلة القانون و الإقتصاد*(03)، صفحة 540.

مرفت حسن منصور. (2013). *التجارب الطبية و العلمية في ضوء حرمة الكيان الجسدي دراسة مقارنة*. الإسكندرية، مصر : دار الجامعة الجديدة.

مصباح القاضي, م. م .(2013) *قانون العقوبات القسم الخاص - الجرائم المضرة بالمصلحة العامة و الإعتداء على الأشخاص و الأموال دراسة مقارنة* .(éd. 01)بيروت, لبنان: منشورات الحلبي الحقوقية.

ممدوح عزمي. (2000). *دراسة عملية في أسباب الإباحة وموانع العقاب*. القاهرة: دار الفكر العربي.

منير محمد سالم. (2011). طب النانو .....الآفاق و المخاطر. (الإمارات العربية، المحرر) *كجلة عجمان للدراسات و البحوث*، *10*(01)، صفحة 76.

نصر الدين ماروك. (2003). *الحماية الجنائية للحق في سلامة الجسم في القانون الجزائري و المقارن و الشريعة الإسلامية - دراسة مقارنة* (الإصدار 01). الجزائر: الديوان الوطني للأشغال التربوية.

هدى قشقوش. (1994). *القتل بدافع الشفقة دراسة مقارنة*. القاهرة، مصر : دار النهضة العربية.

ثورة تكنولوجيا النانو في الألفية الثالثة و مدى مساهمتها في عملية التقليل من إرتفاع حدوث الإصابات الرياضية

The nanotechnology revolution in the third millennium and the extent of its contribution to the process of reducing the high incidence of sports injuries

1*–) د.ياسين بن شريف **Dr Yacine bencherif**

الأيميل : **y.bencherif@lagh-univ.dz**

2–) أ.د.عادل عاشور **Dr Adel Achour**

الإيميل **a.achour@lagh-univ.dz**

جامعة عمار تليجي– الأغواط– الجزائر"معهد علوم و تقنيات النشاطات البدنية و الرياضية"

– مخبر الأبعاد المعرفية و التصورات التطبيقية في علوم التدريب الرياضي – lab.estaps@lagh-univ.dz

University of Laghouat/Algeria

الملخص:

شهدت الألفية الثالثة ثورة هائلة في مجال تكنولوجيا النانو، حيث تم تطوير مواد وأجهزة جديدة ذات خصائص فريدة على المستوى النانوي.لتكون لها تأثيرات عميقة على مختلف المجالات، بما في ذلك مجال الطب الرياضي الذي قدم باستخدام تكنولوجيا النانو حلولا مبتكرة وواعدة للوقاية من الإصابات الرياضية وعلاجها، وتحسين أداء الرياضي. لذلك مع ازدياد الوعي بفوائد هذه التقنية من المتوقع أن تصبح أكثر انتشارا في السنوات القادمة، خصوصا بعد إسهاماتها في تحسين أداء المعدات الرياضية باستخدام المواد النانوية لجعلها أكثر قوة وخفة، كمضارب التنس والدرجات الهوائية، إضافة إلى تدخلها في عملية تصميم ملابس رياضية واقية من الإصابات الرياضية كتلك التي توفر الدعم للعضلات والمفاصل ومساهمتها أيضا في تحسين عملية العلاج الطبيعي للإصابات الرياضية. مما قد يساعد في تسريع عملية الشفاء. ومع ذلك، لا تزال هذه التكنولوجيا في مراحلها الأولى من التطوير، وهناك حاجة إلى المزيد من البحث لتحديد أفضل السبل لاستخدامها في المجال الرياضي، ومن هنا كان لابد لنا أن نتساءل عن كيفية تعزيز مساهمة تكنولوجيا النانو في مجال الحد والتقليل من وقوع الإصابات الرياضية وجعلها متاحة لكل الفئات الرياضية ومن كل المستويات على المستوى العالمي؟

الكلمات المفتاحية: تكنولوجيا النانو، الطب الرياضي، علاج الإصابات الرياضية، المعدات الرياضية، الملابس الرياضية

Abstract:

Nanotechnology, a revolutionary field developing materials and devices with unique nanoscaleproperties, has significantly impacted sports medicine. This technology offers promising solutions for injury prevention, treatment, and performance enhancement in athletes. As awareness of its benefitsgrows, nanotechnology is expected to permeate sports further, improving equipment (lighter, stronger rackets and bikes) and sportswear (protective, supportive gear). However, the technology is still young,necessitating further research to optimize its use in sports. This leads to the crucial question: how can we leverage nanotechnology to minimize sports injuries and make it accessible to all athletes across differentcategories and levels globally?

Keywords: nanotechnology, sports medicine, sports injury treatment, sports equipment, sportswear

مقدمة:

شهدت الألفية الثالثة تطوراً هائلاً في مجال تكنولوجيا النانو الذي كان سريعا وغير مسبوق وهو العلم الذي يتعامل مع المواد والأجهزة التي يبلغ حجمها من 1 إلى 100 نانومتر، أي أنها أصغر من حجم الخلية الواحدة. تتميز مواد النانو بخصائص فريدة لا توجد في المواد التقليدية. حيث أصبحت هذه الأخيرة قادرة على معالجة وتصنيع المواد على مستوى النانومتر، وهو ما يفتح آفاقًا جديدة في العديد من المجالات بفضل تطبيقاته الجديدة، بما في ذلك مجال الطب والرياضة. أين تعد الإصابات الرياضية من أكثر المشاكل التي تواجه الرياضيين في مختلف المستويات، حيث تؤدي إلى انخفاض مستوى أدائهم، كما قد تؤدي إلى فقدان اللياقة البدنية والانخفاض في الأداء المهاري والفني، وفي بعض الحالات قد تؤدي إلى إنهاء مسيرة الرياضي المهنية وتسعى تكنولوجيا النانو إلى المساهمة في الحد من ارتفاع معدلات هذه الإصابات من خلال عدة طرق كتطوير مواد وأجهزة رياضية نانوية خفيفة الوزن وقوية التحمل، قادرة على امتصاص الصدمات، بالإضافة إلى تطوير مواد وأجهزة رياضية قادرة على مراقبة حالة الرياضي والكشف عن الإصابات المحتملة في وقت مبكر، ومن هنا كان لابد لنا أن نتساءل عن كيفية تعزيز مساهمة تكنولوجيا النانو في الحد والتقليل من وقوع الإصابات الرياضية وجعلها متاحة لكل الفئات الرياضية ومن كل المستويات على المستوى العالمي؟

أولا: تكنولوجيا النانو

1-تعريف التكنولوجيا:

تتميز التكنولوجيا بتطورها الدائم مما يفتح آفاقًا جديدة لاستخداماتها. هذا يعني أن التكنولوجيا سيكون لها تأثير متزايد على حياتنا في المستقبل ونخص بالذكر ليس على سبيل الحصر المجال الطبي الأكثر حيوية في عالمنا من خلال توفير العلاجات الملائمة باستخدام مختلف التقنيات لتحسين الصحة والوقاية ومع استمرار تطورها سيستمر تأثيرها على حياتنا في النمو.

1-1- لغة: التكنولوجيا:

هي كلمة مركبة دخيلة على اللغة العربية ذات أصول يونانية مقسمة إلى شقين هما: techno يقصد به الفن أو الإتقان وlogos التي يراد بها الدراسة العلمية المعمقة للفنون وعلى وجه الخصوص الفنون الصناعية.

1-2- إصطلاحا:

يمكن تعريفها على أنها "تطبيق للمعارف العملية والعلمية المحصل عليها باستعمال التقنيات والمعدات والأساليب اللازمة في تصميم وتطوير وتصنيع المنتجات والخدمات في عملية التسيير واتخاذ القرارات المناسبة ". كما يمكن تعريفها بأنها الجانب التطبيقي للمعارف والاكتشافات العلمية التي اهتدى إليها الباحثين بالإضافة إلى أنها تلك الاختراعات والابتكارات التي توصل إليها العلماء مرورا بجملة من المراحل. (تتةخالد، وآخرون،2022،ص 120).

2- علم وتكنولوجيا النانو:

كلمة النانو أصلها يوناني وتعنى القزم، مأخوذة من الكلمة اللاتينية (نانوس) والتي تعني واحد بالبليون من الشيء، بمعنى متناهي الصغر، وتعرف تكنولوجيا النانو أيضًا باسم علم النانو،وهي التحكم في المادة على مقياس النانو على المستوى الذري والجزيئي بترتيب يتراوح ما بين 1إلى100نانومتر لإنشاء المواد والمكونات والأنظمة ذات الخصائص والوظائف الجديد بشكل أساسي بسبب هيكلها الصغير،فهي بذلك تشمل مجموعة من التقنيات والعلوم التي تتعامل مع المواد التي تشترك في وحدة النانومتر، أي المليار من المتر. وتغطي النانو تكنولوجيا مجالات علمية واسعة جدًا وتعمل على المواد النانوية، مثل الفيروسات التي تبلغ 10 إلى 100 نانومتر. حيث يبلغ قطر شعرة الإنسان من 70000 إلى 80000 نانومتر*[1]، وهي أكبر حجما بآلاف المرات مقارنة بالمواد النانوية. ويتطلب استخدام الجسيمات النانوية استخدام مجهر إلكتروني خاص، ويتم تصنيع الجسيمات النانوية الاصطناعية بعدةطرق:(www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-nanotechnologie، 2023).

- عن طريق تقليل الجزيئات تدريجيًا.
- من خلال بنائها ذرة ذرة.
- عن طريق التجميع الذاتي.

كما يوجد عدة أنواع من الجسيمات النانوية مثل:

– الجسيمات النانوية الطبيعية مثل الفيروسات. –الجسيمات النانوية التي هي منتجات ثانوية لعمليات الإنتاج الناتجة عن عوادم العادم على وجه الخصوص.– الجسيمات النانوية المصنعة عمداً في إطار النانو تكنولوجيا.

3– تطبيقات الجسيمات النانوية

تستخدم الجسيمات النانوية في مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك:

- **الطب**: يمكن استخدام الجسيمات النانوية لعلاج الأمراض، مثل السرطان وأمراض القلب والسكري.
- **المواد**: يمكن استخدام الجسيمات النانوية لإنشاء مواد جديدة ذات خصائص مرغوبة، مثل المواد الخفيفة والقوية أو المواد التي تنقل الكهرباء أو الحرارة بشكل أفضل.
- **الطاقة**: يمكن استخدام الجسيمات النانوية لإنشاء خلايا وقود أكثر كفاءة أو بطاريات تدوم لفترة أطول.
- **البيئة**: يمكن استخدام الجسيمات النانوية لتنظيف التلوث أو تطوير مواد جديدة للحفاظ على البيئة.

ثانيا:تكنولوجيا النانو في الطب:

تعد علوم النانو وتقنيات النانو قطاعًا بحثيًا استراتيجيًا تنافسيًا للغاية وسريع النمو في العديد من المجالات بما في ذلك الطب والبيولوجيا .عند تطبيقها على الطب، فإنها تتيح الابتكار في مجالات الاستكشاف والتشخيص والأدوية والأطراف الاصطناعية وهندسة الأنسجة التي تهدف إلى استبدال الأنسجة أو الأعضاء.

1–تطبيقات تكنولوجيا النانو في الطب:

* وحد قياس دقيقة وصغيرة تتعامل مع المواد في مستواها الذري والجزئي بوحد قياس لا تتعدى 100نانومتر(جزء من ألف مليون متر)

إن مجالات تطبيق تقنيات النانو في الطب تمتد من الوقاية إلى المراقبة العلاجية للمرضى، ويمكن أن نذكر بعض التطبيقات في المجال الطبي:

توصيل الدواء :

(الإبر النانوية لإدارة ورصد الجسيمات النانوية التي تعبر حاجز الدم في الدماغ، والأنابيب النانوية، والناقلات النانوية للعلاج الجيني).

الاختبارات التشخيصية :في المختبر(شريحة DNAأوالبروتين، Lab-on-chip مختبر على الرقاقة، رقائق الخلية) وعلى قيد الحياة (أجهزة علامات التصوير مثل مجسات التنظير الداخلي، والقسطرة ذات أجهزة الاستشعار النانوية، وكبسولات الفيديو التنظيرية).

زراعة:المواد القابلة للزرع (طلاء الزرع، واستبدال العظام، وطلاء الدعامات، وقدرات الشطف)؛

الغرسات النشطة:وتستخدم لاستعادة النظر، أجهزة ضبط نبضات القلب، أجهزة السمع، الأطراف الصناعية للركبة، أجهزة التحكم الحركي).

2– الأمراض التي تعالجها تكنولوجيا النانو :

الانتقال إلى المقياس النانوي يجعل من الممكن الحصول على أدوات تشخيصية وعلاجية مصغرة أكثر تحديدًا وحساسية، والتي يمكن أن يستفيد منها الطب في علاج بعض الأمراض مثل:

الأورام:إبتكارأساليب علاجية جديدة لتدمير الأورام،والكشف الفردي عن الخلايا الخبيثة؛

الأمراض المعدية: زيادة في وقت تداول العوامل المضادة للعدوى وإمكانية التقييم المبكر لمعايير الاستجابة الالتهابية والأمراض المرتبطة بها؛

الأمراض الأيضية: قياس مستويات الجلوكوز في الوقت الحقيقي، وتغليف خلايا بيتا والكشف المبكر عن الغرغرينا؛

أمراض القلب: انخفاض في حالات رفض عمليات زرع الأعظاء وتحسين التوافق الحيوي للدعامات؛

أمراض الدم: تحسين المراقبة العلاجية في حالات سرطان الدم، واستهداف الخلايا الخبيثة أو غير الطبيعية في عمليات زرع الأعضاء والقضاء عليها؛

مجالات الأمراض العصبية: عبور حاجز الدم في الدماغ، وتحسين كفاءة إيصال الجزيئات العلاجية إلى الجهاز العصبي المركزي وتثبيت الجزيئات العلاجية.

3– تمثيل الجسيمات النانوية في الطب:

من الناحية التخطيطية، تتكون الجسيمات النانوية في الطب من ثلاث"طبقات"من الداخل إلى الخارج:

مادة أساسية: ذات أصل كيميائي أو معدني عمومًا ؛

جزيئات بيولوجية:يمكن تطعيمها على الجسيمات النانوية(RNAأوDNA ، والأجسام المضادة، والهرمونات، وعوامل النمو، والغلوتينات، والإنزيمات)؛

الكبسولة:تأتي الجسيمات النانوية بأشكال مختلفة، فقد تكون كروية أو مكعبة أو أنبوبية. الأنواع المختلفة من الجسيمات النانوية – المذيلة، والجسيمات الشحمية، والأصداف النانوية، والجسيمات النانوية المغناطيسية، والنقاط الكمومية، والتشعبات. (الدكتورة ميشيلين فوركاد،2009، ص 78-92).

4- مخاطر علم النانو تكنولوجيا (المخاطر المحتملة للجسيمات النانوية)

تشير الأبحاث إلى أن الجسيمات النانوية يمكن أن تؤثر على الصحة بعدة طرق، بما في ذلك:

- تدخل الجسيمات النانوية إلى الجسم عن طريق الجلد والتنفس والجهاز الهضمي.
- الالتهاب: يمكن أن تسبب الجسيمات النانوية ردود فعل التهابية في الجسم، مما قد يؤدي إلى تلف الأنسجة والأعضاء.
- التلف الخلوي: يمكن أن تتفاعل الجسيمات النانوية مع الخلايا، مما قد يؤدي إلى تلف أو موت الخلايا.
- السمية العصبية: يمكن أن تؤثر الجسيمات النانوية على الجهاز العصبي، مما قد يؤدي إلى اضطرابات في الدماغ أو الأعصاب.
- السمية القلبية الوعائية: يمكن أن تؤثر الجسيمات النانوية على القلب والأوعية الدموية، مما قد يؤدي إلى أمراض القلب أو السكتة الدماغية.

ثالثا: الطب الرياضي والإصابات الرياضية:

1- الطب الرياضي:

الطب الرياضي هو أحد التخصصات الطبية الحديثة وفيه يتم تطبيق مختلف الفروع والفنون الطبية على النشاط البدني عامة والممارسة الرياضية خاصة، فهو يهتم بعودة اللاعب بعد مرضه أو إصابته كما كان في نفس درجة لياقته البدنية والفنية السابقة للمرض والإصابة ويختص الطب الرياضي كعلم طبي حديث ببحث وعلاج التطورات والتغيرات الوظيفية والتشريحية المرضية المختلفة في الجسم كنتاج لنشاطة الحركي في الظروف العادية والمختلفة كما أنه يبحث أيضا العلاقات التطبيقية الوثيقة لمختلف الفروع الطبية بأداء وممارسة النشاط العادي والرياضي للفرد .(محمد قدري بكري، سهام السيد الغمري،2006، ص 13).

كما أن الطب الرياضي يهدف إلى الاختيار والتوجيه والمراقبة ومعالجة الرياضيين، ويقوم أيضا بمراقبة التأثيرات التي تتركها الرياضة على جسم الرياضي، وذلك بواسطة أجهزة حديثة كجهاز اللياقة البدنية، وجهاز التصوير التحليلي، والتي يمكن بواسطتها أخذ فيلم اللاعب أثناء التمرين وتحليل حركاته بالسرعة والبطء وعرضها له، وتعليق المدرب والطبيب عليها حتى يشغل الحركات الإيجابية ويتجنب الحركات السلبية و إيجاد لها علاقة باللعبة.(Jaqueline Rossout,Lumbroso, 2019، ص 04).

2- الإصابات الرياضية

2-1- مفهوم الإصابة:

تشتق كلمة إصابة Injury من اللاتينية تعني تلف أو إعاقة، فالإصابة هي أي تلف سواء كان هذا التلف مصاحبا أو غير مصاحب بتهتك الأنسجة نتيجة لأي تأثير خارجي سواء كان هذا التأثير (ميكانيكيا،عضويا، كيميائيا) وعادة ما يكون هذا التأثير الخارجي مفاجئا وشديدا (زينب عبد الحميد العالم،1998، ص45)، إذن فالإصابة عبارة عن خلل يصيب عضو أو أكثر من أعضاء الجسم مما يؤدي إلى تعطيل هذا العضو بشكل مؤقت أو دائم (بسام هارون- ساري حمدان- فائق أبو حليمة،1995، ص 13)، مما يحدث تغيرات تشريحية مثل الحد من الحركة الطبيعية للمفاصل والعضلات وكذا إحداث تغيرات فسيولوجية في الوظائف العضوية مكان حدوث الإصابة مثل التمزق والنزيف وتغيرات في لون الجلد وغير ذلك .(صالح عبد الله الزغبي، 1995، ص24) .

2-2- الإصابة الرياضية:

الإصابات الرياضية هي عبارة عن مصطلح شائع يشير إلى أنواع مختلفة من الإصابات التي تحدث خلال ممارسة الرياضة، ويصاب بها الشخص إذا أدى التمارين بشكل خاطئ، أو استخدم الأدوات ذات الجودةالمتدنية، أو عدم الإحماء قبل ممارسة الرياضة، أو التعرض للسقوط، ولحسن الحظ فإن معظم الإصابات الرياضية يمكن علاجها بشكل فعال، ويمكن للكثيرين أن يعودو لنشاطهم الرياضي بعد الإصابة إذا تمت معاجتها بطريقة صحيحة، وتحت الإشراف الطبي.

ويتعرض ممارسي النشاط الرياضي أثناء التدريب الرياضي و خلال المنافسات الرياضية إلي العديد من الإصابات الرياضية وقد أوضحت نتائج الأبحاث العلمية الحديثة إلي أن كل 10.000 عشرة آلاف من ممارسي النشاط الرياضي بصورة المختلفة يصاب منهم حوالي من 43% إلي 47% بصرف النظر عن نوع الإصابة ومدى تأثيرها الأمر الذي يؤدي إلي حرمان الرياضي من ممارسته لنشاطه لفترة قد تطول أو تقصر حسب درجة وشدة ومكان الإصابة وهذه النسبة العالية التي انتهت إليها الأبحاث العلمية تستوجب العناية والاهتمام بمجال الإصابات الرياضية سواء من ناحية أسباب الوقاية أو العلاج أو التأهيل الرياضي والذي يلعب دوراً هاماً في التخلص من الإصابات الرياضية والمحافظة علي تطور المستوى الرياضي البطولي للاعب المصاب. كما أن الإصابة تعتبر من المعوقات الأساسية التي تؤدي إلي هبوط مستوى اللاعب البدني كما تقلل من مستوى الأداء المهاري بسبب الابتعاد عن الملاعب وعدم التدريب لفترات طويلة. (مُحَمَّد عبدالحميد فراج، 2004، ص 15).

رابعا: النانوتكنولوجيا في المجال الرياضي

1- لمحة تاريخية عن النانوتكنولوجيا في الرياضة:

تعود بدايات النانوتكنولوجيا في الرياضة إلى أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. في ذلك الوقت، بدأ الباحثون والمصنعون في استكشاف كيفية استخدام النانو مواد لتحسين المعدات الرياضية الحالية. تركزت التجارب الأولى على عناصر مثل مضارب التنس، حيث سمحت إضافة الجسيمات النانوية بزيادة المقاومة مع تقليل الوزن. سرعان ما أثارت هذه التطورات اهتمام الرياضات الأخرى، التي كانت حريصة على الاستفادة من المزايا التي تقدمها هذه التكنولوجيا الناشئة.

وفيما يلي بعض الأمثلة المحددة للتطبيقات الناجحة للنانوتكنولوجيا في الرياضة:

- **مضارب التنس:** في عام 2005، أطلقت شركة كيفلر (Kevlar) مضارب تنس جديدة تستخدم ألياف الكربون النانوية لزيادة القوة والثبات. أظهرت الاختبارات أن هذه المضارب الجديدة كانت أقوى بنسبة 20٪ وأكثر ثباتًا بنسبة 15٪ من المضارب التقليدية.
- **كرات القدم:** في عام 2006، أطلقت شركة نايك (Nike) كرة قدم جديدة تستخدم ألياف الكربون النانوية لجعلها أخف وزنًا وأكثر دقة. أظهرت الاختبارات أن هذه الكرة الجديدة كانت أخف وزنًا بنسبة 20٪ وأكثر دقة بنسبة 15٪ من الكرات التقليدية.
- **ملابس السباحة:** في عام 2012، ارتدت السباحة الأمريكية ميغان رايان (Megan Raen) ملابس سباحة مصنوعة من ألياف نانوية في أولمبياد لندن. ساعدتها على الفوز بميدالية ذهبية في سباق 100 متر حرة.

هذه مجرد أمثلة قليلة من التطبيقات الناجحة للعديد من النانوتكنولوجيا في الرياضة. من المتوقع أن نرى المزيد من التطبيقات الناجحة في السنوات القادمة، حيث تستمر هذه التكنولوجيا الناشئة في التطور.

2- مزايا النانوتكنولوجيا في المجال الرياضي:

النانوتكنولوجيا مجال جديد ومثير مع العديد من التطبيقات المحتملة في الرياضة. من خلال معالجة المواد على مقياس النانومتر، يمكننا إنشاء تقنيات جديدة تجعل الرياضة أكثر كفاءة وأمانًا وراحة. وفيما يلي بعض المزايا المحتملة للنانوتكنولوجيا على الرياضة:(فايزة بوراس، هارون العشي،2018، ص562-570).

2-1- تحسين الأداء الرياضي:

يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لتحسين أداء الرياضيين من خلال إنشاء مواد جديدة تمنحهم القوة أو السرعة أو القدرة على التحمل. على سبيل المثال، يمكن استخدام النانومواد لإنشاء ملابس رياضية تنقل الحرارة بشكل أكثر كفاءة، مما يساعد الرياضيين على البقاء باردًا ومنع التعب. يمكن استخدام الجسيمات النانوية لجعل أحذية الرياضيين أخف وزنًا وأكثر راحة، مما يساعدهم على التحرك بشكل أكثر كفاءة،كما يمكن أيضًا استخدام الجسيمات النانوية لجعل مضارب التنس أكثر قوة ودقة، مما يساعد اللاعبين على ضرب الكرة بقوة ودقة أكبر.

2-2- تحسين السلامة الرياضية:

يمكن أن تساعد النانوتكنولوجيا أيضًا في تحسين السلامة في الرياضة. على سبيل المثال، يمكن استخدام الجسيمات النانوية لجعل دروع الرياضيين أكثر مقاومة للصدمات، مما يقلل من خطر الإصابة. يمكن أيضًا استخدام الجسيمات النانوية لجعل أسطح الملاعب أكثر أمانًا، مما يساعد على تقليل خطر الانزلاق والسقوط.

2-3- تحسين الراحة الرياضية:

يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لجعل الرياضة أكثر راحة للرياضيين من خلال إنشاء مواد جديدة تسمح لهم بالتحرك بحرية أكبر. على سبيل المثال، يمكن استخدام النانومواد لإنشاء ملابس رياضية مضادة للتعرق، مما يساعد الرياضيين على البقاء جافًا ومنع الحكة. يمكن أيضًا استخدام النانومواد لإنشاء أحذية رياضية أكثر راحة، مما يساعد الرياضيين على التحرك بشكل أكثر كفاءة دون الشعور بالتعب.

2-4- زيادة المقاومة والمتانة:

أحد أهم مزايا النانوتكنولوجيا في الرياضة يكمن في قدرتها على تقوية المواد. من خلال دمج الجسيمات النانوية في المعدات الرياضية، تصبح هذه المعدات أكثر مقاومة بشكل ملحوظ للصدمات، والاهتراء، والتمزق. على سبيل المثال، تحافظ الكرات الرياضية المصنوعة من النانوتكنولوجيا على شكلها لفترة أطول وتتحمل بشكل أفضل الظروف القاسية. تعني هذه المتانة المتزايدة ليس فقط الأداء المستمر، ولكن أيضًا توفيرًا طويل الأجل للرياضيين والأندية.

2-5- الخفة والأداء:

السعي وراء الخفة هو سعي مستمر في عالم الرياضة. يمكن أن يحدث كل غرام موفر فرقًا في المنافسة. بفضل النانوتكنولوجيا، من الممكن تصميم معدات أخف وزنًا دون المساومة على قوتها. على سبيل المثال، يمكن أن تستفيد الأحذية من امتصاص الصدمات بشكل أفضل مع كونها أخف وزنًا، مما يوفر للرياضيين استجابة أفضل وأقل تعبًا.(http://sciencedusport.canalblog.com/archives/2023/10/22/40081679.html).

3- مستقبل النانوتكنولوجيا في الرياضة:

من المتوقع أن تستمر النانوتكنولوجيا في إحداث ثورة في الرياضة في السنوات القادمة. من المحتمل أن نرى تطبيقات جديدة للنانوتكنولوجيا في مجالات مثل:

3-1- التدريب الرياضي:

يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لتحسين التدريب الرياضي من خلال إنشاء مواد جديدة تساعد الرياضيين على الاستعداد بشكل أفضل للأحداث. على سبيل المثال، يمكن استخدام النانومواد لإنشاء ملابس رياضية مزودة بأجهزة استشعار يمكنها تتبع أداء الرياضيين وتقديم ملاحظات في الوقت الفعلي. يمكن أيضًا استخدام النانومواد لإنشاء تطبيقات ذكية يمكنها تقديم توصيات حول كيفية تحسين التدريب.

3-2- إعادة التأهيل الرياضي:

يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لتحسين إعادة التأهيل الرياضي من خلال إنشاء مواد جديدة تساعد الرياضيين على التعافي بشكل أسرع من الإصابات. على سبيل المثال، يمكن استخدام النانومواد لإنشاء مواد قابلة للتضميد يمكنها تحفيز نمو الخلايا وإصلاح الأنسجة. يمكن أيضًا استخدام النانومواد لإنشاء أجهزة يمكنها توفير العلاج الطبيعي دون الحاجة إلى تدخل بشري. (Un artricle d'antoine coach sportif Paris 2023).

4- تطبيقات النانوتكنولوجيا في صناعة الرياضية

تُستخدم النانوتكنولوجيا بالفعل في مجموعة متنوعة من التطبيقات المرتبطة بالمجال الرياضي ويمكن أن نجدها في : (Fahrner, W.R,2004, ص258-229) .

4-1- تطبيقات النانوتكنولوجيا في صناعة المعدات الرياضية

يمكن أن نرى استخدامات النانوتكنولوجيا في صناعة المعدات الرياضية. فعلى سبيل المثال، يتم استخدامها لصنع أحذية أخف وزنًا وأكثر راحة،. ومن المتوقع أن تستمر استخدامات النانوتكنولوجيا في صناعة المعدات الرياضية في النمو في السنوات القادمة. مع استمرار تطوير تقنيات النانو، يمكننا توقع رؤية معدات رياضية أخف وزنًا وأكثر قوة وكفاءة من أي وقت مضى، فبالإضافة إلى الأداء، تعد الراحة أمرًا أساسيًا لأي رياضي وهو ما يمكن أن توفره المنتجات والأدوات الرياضية بشكل كبير. وبدأت هذه التكنولوجيا في الظهور بشكل تسويقي في عام 2005،حيث قامت إحدى شركات المنتجات الرياضية في تصنيع كرات قادرة على إحداث تقدم هائل في الألعاب الرياضية، وذلك من خلال التحكم في القوانين الفيزيائية التي تحكم ثبات وسرعة ومسير و وزن الكرات في عدد من التخصصات . تصنيع قوارب الكاياك التي تقطع المياه بسرعة أكبر. أعمدة القفز بالزانة ومضارب التنس أقوى وأكثر دقة وغيرها من الأدوات والمعدات الرياضية. سوف تستمر الأرقام القياسية العالمية في الإنخفاض، وباتت هناك دراجات كربونية لديها القدرة على زيادة السرعة في السباقات. (حكمت عبد الكريم المذخوري ، 2019 ،ص 176 – 182).

4-2- تطبيقات النانوتكنولوجيا في صناعة الملابس الرياضية

تُستخدم النانوتكنولوجيا بالفعل في مجموعة متنوعة من التطبيقات في صناعة الملابس الرياضية، على سبيل المثال، يتم استخدامها لصنع ملابس رياضية مضادة للتعرق، وأحذية رياضية أكثر راحة، وأغطية رأس رياضية أكثر مقاومة للصدمات كما هناك عدة طرق يمكن بها للنانوتكنولوجيا أن تحسن الراحة في الملابس الرياضية. إحدى الطرق هي استخدام مواد نانوية يمكنها امتصاص الرطوبة أو إخراجها بشكل أكثر كفاءة. على سبيل المثال، يمكن استخدام ألياف الكربون النانوية لصنع ملابس رياضية مضادة للتعرق.طريقة أخرى هي استخدام النانوتكنولوجيا لإنشاء هياكل نسيجية أكثر راحة. على سبيل المثال، يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لإنشاء أقمشة أكثر مرونة ومقاومة للتمزق.

فوائد الملابس الرياضية المريحة: هناك العديد من الفوائد للملابس الرياضية المريحة.

- تساعد في تحسين الأداء. عندما يكون الرياضيون مرتاحين، يكونون أكثر قدرة على التركيز على لعبهم.
- تساعد في تقليل الإصابات. عندما يكون الرياضيون مرتاحين، يكونون أقل عرضة للإصابة.
- تساعد في زيادة متعة الرياضة. عندما يكون الرياضيون مرتاحين، يستمتعون بالرياضة أكثر.

من المتوقع أن تستمر استخدامات النانوتكنولوجيا في صناعة الملابس الرياضية في النمو في السنوات القادمة. مع استمرار تطوير تقنيات النانو، يمكننا توقع رؤية ملابس رياضية أكثر راحة وكفاءة من أي وقت مضى.(أبوالعلاء أحمد عبد الفتاح – كمال عبد الحميد إسماعيل،2001).

4-3- تطبيقات النانوتكنولوجيا في صناعة معدات الحماية الرياضية

إن السلامة أمر أساسي في العديد من الرياضات. بفضل تقنية النانو، أصبحت معدات الحماية، مثل الخوذات أو واقي الساق، أكثر مقاومة للصدمات مع كونها أخف وزنًا. تسمح هذه التطورات للرياضيين بالشعور بالأمان، مع الحفاظ على حرية الحركة الأساسية لأدائهم. لذلك نجد النانوتكنولوجيا بالفعل في مجموعة متنوعة من التطبيقات في صناعة معدات الحماية الرياضية. على سبيل المثال، يتم استخدامها لصنع خوذات أكثر مقاومة للصدمات، وواقي الساق أكثر قوة، ووسادات الركبة أكثر راحة.

4-4- فوائد معدات الحماية المحسنة:

هناك العديد من الفوائد لمعدات الحماية المحسنة.

- تساعد في تقليل الإصابات، عندما تكون المعدات أكثر مقاومة للصدمات، يكون الرياضيون أقل عرضة للإصابة.
- تساعد في تحسين الأداء. عندما يشعر الرياضيون بالأمان، يكونون أكثر قدرة على التركيز على لعبهم.
- تساعد في زيادة متعة الرياضة. عندما يشعر الرياضيون بالأمان، يستمتعون بالرياضة أكثر.

ومن بين استخدامات النانوتكنولوجيا في صناعة المعدات الرياضية نجد:

خوذات كرة القدم: تصنع هذه الخوذات من مواد نانوية تمتص الطاقة من الاصطدامات بشكل أكثر كفاءة. هذا يساعد على حماية رؤوس اللاعبين من الإصابات الخطيرة.

واقي الساق: يُصنع هذا الواقي من مواد نانوية قوية ومتينة. هذا يساعد على حماية الساقين من الكسور والإصابات الأخرى.

وسادات الركبة: تصنع هذه الوسادات من مواد نانوية توفر دعمًا وراحة للركبتين. هذا يساعد على تقليل الإصابات وتقليل الألم.

4-5- فوائد المعدات الرياضية الخفيفة:

هناك العديد من الفوائد للمعدات الرياضية الخفيفة.

- تؤدي إلى تحسين الأداء. عندما تكون المعدات أخف وزنًا، يكون من الأسهل على الرياضيين حملها وتحريكها. هذا يمكن أن يؤدي إلى زيادة القوة والسرعة والقدرة على التحمل.
- تؤدي إلى تقليل التعب. عندما تكون المعدات أخف وزنًا، يبذل الرياضيون جهدًا أقل لحملها. هذا يمكن أن يؤدي إلى تقليل الإرهاق وتحسين الأداء على المدى الطويل.
- تساعدعلى تقليل الإصابات. عندما تكون المعدات أخف وزنًا، تقل احتمالية تعرض الرياضيين للأذى. هذا يمكن أن يؤدي إلى زيادة سلامة الرياضيين وتحسين أدائهم.

خامسا: تأثير تقنية النانو على الفعاليات الرياضية :

الجولف:فى رياضة الجولف والتنس استخدام الفلورين فى تحسين مرونة المضرب ، والبولنج فى المحافظة على الكرة.

سباقات الطرق :استخدام الأنابيب النانوية الكربونية فى سباقات الطريق فى صنع الخوذة والتى تساعد على حماية أكثر من الصدمات .

التجديف:جعل القرب اسهل انزلاق واثبات على سطح الماء نتيجة للطلاء الموجود المعلاج باستخدام تقنية النانو.

الدراجات:استخدام الأنابيب النانوية الكربونية فى صناعة الدراجات مما يجلعهااكثر قوة ومرونة وأخف وزنا وأكثر لمعانا واسهل تنظيفا وخاصة فى سباق الدراجات الجبلية.

القوس والسهم :فى رياضة القوس استخدام الأنابيب النانوية الكربونية أدى الى ان زيادة من سرعت السهم وثباته وعدم اهتزازه اثناء الطيرانمما سهل عملية التصويب وجعلها اكثر دقة .

التزحلق على الجليد:فى رياضة التزحلق استخدام أنابيب السيلكا النانوية على الجليد يتم الاستفادة بالانانبيب النانوية فى صناعة الالواح سهلة التزلج وزيادة قوتها.

سادسا: التحديات والاهتمامات

إذا كانت تقنية النانو تقدم العديد من المزايا، فإنها تثير أيضا العديد من الأسئلة في مختلف المجالات والمواضيع من بينها:(p,325-331,Wang, Zhiming M).

1- السلامة:

هناك الكثير من الأسئلة المتعلقة بالسلامة،إذ لا يزال الفهم الكامل للآثار طويلة المدى للجسيمات النانوية على الصحة البشرية غير مكتمل فبالرغم من الإمكانات الرائعة للنانوتكنولوجيا في الرياضة، إلا أن هناك بعض المخاطر المحتملة التي يجب مراعاتها. على سبيل المثال، يمكن أن تكون الجسيمات النانوية سامة إذا تم استنشاقها أو ابتلاعها. يمكن أن تتسبب أيضًا في تلف الأنسجة أو الأعضاء. هل يمكن أن يكون لتنفس الجسيمات النانوية عواقب على الصحة التنفسية؟ بالإضافة إلى ذلك، في حالة تلف المعدات، هل هناك خطر من أن تخترق هذه الجسيمات الجلد؟ تتطلب هذه الأسئلة دراسات متعمقة لضمان سلامة الرياضيين، وبالتالي من المهم إجراء المزيد من البحث لفهم المخاطر المحتملة للنانوتكنولوجيا قبل استخدامها على نطاق واسع في الرياضة.

2- التأثيرات البيئية:

بالإضافة إلى المخاوف الصحية، هناك أيضًا مخاوف بشأن الآثار البيئية لتقنية النانو. يمكن أن تطلق الجسيمات النانوية إلى البيئة أثناء التصنيع أو الاستخدام، مما قد يؤدي إلى تلوث الهواء والماء والتربة. من المهم إجراء المزيد من الأبحاث لفهم الآثار البيئية لتقنية النانو وتطوير ممارسات مستدامة.

3- العدالة الاجتماعية:

يمكن أن تؤدي تقنية النانو أيضًا إلى تفاقم عدم المساواة الاجتماعية. يمكن أن تكون تكلفة تطوير وتصنيع المنتجات القائمة على النانو باهظة الثمن، مما قد يؤدي إلى احتكار هذه المنتجات من قبل الشركات الكبرى. من المهم ضمان أن تستفيد جميع المجتمعات من فوائد تقنية النانو، وليس فقط الأغنياء.

4- الأخلاقيات:

تثير تقنية النانو أيضًا أسئلة أخلاقية. على سبيل المثال، هل من الأخلاقي استخدام تقنية النانو لتحسين الأداء الرياضي؟ هل يمكن أن يؤدي ذلك إلى تمييز غير عادل بين الرياضيين الذين يستطيعون تحمل هذه التكنولوجيا والذين لا يستطيعون ذلك؟ من المهم إجراء مناقشات أخلاقية حول فوائد ومخاطر تقنية النانو لضمان الاستخدام المسؤول لها.

5- التكلفة وإمكانية الوصول:

للابتكار ثمن. يمكن أن يؤدي دمج تقنية النانو في معدات الرياضة إلى زيادة تكلفة الإنتاج. غالبًا ما يتم تحميل هذه الزيادة على المستهلك النهائي، مما يجعل هذه المنتجات المبتكرة أقل سهولة في الوصول إليها. لذلك من المهم إيجاد توازن بين الابتكار وإمكانية الوصول حتى يتمكن أكبر عدد ممكن من الأشخاص من الاستفادة من مزايا تقنية النانو.

6- القضايا الأخلاقية والاجتماعية للتطور التكنولوجي في الرياضة

6-1- مسؤولية المبدعين والمصنعين:

يتحمل مبتكرو ومصنعو التكنولوجيا الرياضية مسؤولية أخلاقية عن ضمان عدم إساءة استخدام منتجاتهم أو الترويج لتعاطي المنشطات التكنولوجية. ويجب عليهم العمل بشكل وثيق مع المنظمات الرياضية والمشرعين لضمان احترام التقنيات الجديدة لقواعد الرياضة وقيمها.

6-2- التثقيف والتوعية الرياضية:

ومن المهم أيضًا تثقيف ورفع مستوى الوعي بين الرياضيين حول الاستخدام المسؤول للتكنولوجيا في الرياضة. يجب إعلام الرياضيين بالقواعد واللوائح و القوانيت المعمول بها وتشجيعهم على تبني نهج أخلاقي ورياضي عند استخدام التقنيات لتحسين نتائجهم.

6-3- دور وسائل الإعلام والمشاهدين:

تلعب وسائل الإعلام والمتفرجون أيضًا دورًا مهمًا في تعزيز الرياضة الأخلاقية والعادلة. ويجب أن يكونوا على دراية بالقضايا المرتبطة بالتطورات التكنولوجية وكذلك المنشطات التكنولوجية ودعم الجهود الرامية إلى الحفاظ على نزاهة المسابقات الرياضية.

7- بعض الطرق لتقليل التأثير البيئي لتقنية النانو في الرياضة

بعض الطرق لتقليل التأثير البيئي لتقنية النانو في الرياضة:

- استخدام مواد نانوية قابلة للتحلل الحيوي أو المعاد تدويرها. - تطوير عمليات إنتاج أكثر كفاءة من حيث استخدام الموارد. - تشجيع إعادة التدوير والتخلص الآمن من المعدات القائمة على النانو.

من خلال اتخاذ هذه الخطوات، يمكننا ضمان استخدام تقنية النانو بطريقة تحمي البيئة.

8- بعض الطرق لزيادة إمكانية الوصول إلى تقنية النانو في الرياضة:

– تطوير عمليات إنتاج أكثر كفاءة لخفض التكاليف.– زيادة الاستثمار في البحث والتطوير لخفض تكاليف البحث والتطوير. – تطوير برامج حوافز لتشجيع الشركات على تطوير منتجات نانوية أكثر تكلفة.

من خلال اتخاذ هذه الخطوات، يمكننا ضمان أن يتمكن المزيد من الأشخاص من الوصول إلى مزايا تقنية النانو، بغض النظر عن دخلهم.

سابعا: آفاق المستقبل

1– الابتكارات المتوقعة في السنوات القادمة

مستقبل تقنية النانو في الرياضة واعد. مع استمرار التقدم في البحث والتطوير، يمكننا أن نتوقع رؤية ابتكارات أكثر إثارة للإعجاب. ربما سنرى ملابسًا تتكيف تلقائيًا مع الظروف المناخية أو أحذيةً تحسن خطوة الرياضي في الوقت الفعلي. تبدو الإمكانيات لا حصر لها، وستكون السنوات القادمة بلا شك غنية بالاكتشافات مثل:

(Jan Herrington, Anthony Herrington,2009,p138).

ملابس رياضية ذكية: يمكن أن تساعد هذه الملابس الرياضيين على الأداء بشكل أفضل من خلال توفير معلومات حول حالتهم البدنية ومحيطهم. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن هذه الملابس مستشعرات يمكنها تتبع معدل ضربات القلب ودرجة الحرارة ومستوى التعب.

معدات حماية متقدمة: يمكن أن تساعد هذه المعدات الرياضيين على البقاء آمنين من الإصابات. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن هذه المعدات مواد نانوية يمكنها امتصاص الطاقة من الاصطدامات بشكل أكثر كفاءة.

مواد رياضية فائقة الأداء: يمكن أن تساعد هذه المواد الرياضيين على الأداء بشكل أفضل من خلال جعل المعدات أخف وزنًا وأكثر قوة وأكثر كفاءة. على سبيل المثال، يمكن أن تتضمن هذه المواد ألياف الكربون النانوية التي يمكن أن تجعل المعدات أخف وزنًا بنسبة 20٪ وأكثر قوة بنسبة 15٪.

بالطبع، هناك أيضًا احتمالات لظهور ابتكارات غير متوقعة. مع استمرار تقدم تقنية النانو، يمكننا أن نتوقع رؤية أشياء جديدة ومثيرة للاهتمام في الرياضة.

2– إمكانية التوسع في مجالات رياضية أخرى

على الرغم من أن تقنية النانو قد وجدت بالفعل مكانها في العديد من الرياضات، إلا أن لديها إمكانية توسع كبيرة. يمكن أن تستفيد كل أنواع التخصصات الرياضية من هذه الابتكارات. من خلال فهم احتياجات كل رياضة بشكل أفضل وتعديل التكنولوجيا وفقًا لذلك، يمكننا أيضا أن نتخيل مستقبلًا بأن يستفيد كل رياضي، بغض النظر عن مجاله، من مزايا تقنية النانو. بالطبع، و هناك أيضًا مجالات رياضية أخرى يمكن أن تستفيد من تقنية النانو. مع استمرار البحث والتطوير، يمكننا أن نتوقع رؤية ابتكارات جديدة في مجموعة متنوعة من الرياضات و كمثال تلك التي تخدم المجالات الرياضية بعند فئة ذوي الإحتياجات الخاصة.

3– تحديات وقضايا المستقبل في الرياضة

فتحت تقنية النانو، من خلال التدخل على نطاق اللانهائي الصغير، الباب أمام ابتكارات رئيسية في عالم الرياضة. من زيادة مقاومة المعدات إلى قدرتها على التكيف مروراً بتحسين الأداء، فإن المزايا لا تقبل الجدل. ومع ذلك، مثل أي تقدم تقني، فإنه يقترن بالتحديات والاهتمامات.

3-1- الوصول إلى التقنيات :

أحد التحديات الكبرى للتطور التكنولوجي في الرياضة هو الوصول العادل إلى التكنولوجيات لجميع الرياضيين، بغض النظر عن مستوى المنافسة أو وضعهم الاقتصادي. وقد لا يكون لدى الرياضيين من البلدان النامية أو الرياضيين الهواة نفس الموارد اللازمة للاستثمار في التكنولوجيات المتطورة، الأمر الذي يمكن أن يخلق اختلالا في المسابقات ويعزز عدم المساواة بين الرياضيين.

3-2- حماية البيانات والخصوصية:

مع زيادة استخدام تقنيات التتبع والمراقبة، أصبحت حماية البيانات وخصوصية الرياضيين من الاهتمامات الرئيسية. يمكن استخدام البيانات المجمعة عن الرياضيين لأغراض تجارية أو للتأثير على المراهنات الرياضية، مما قد يؤدي إلى مشكلات أخلاقية وقانونية.

3-3- نزاهة الرياضة:

يثير تطور التكنولوجيا في الرياضة أيضًا تساؤلات حول نزاهة المسابقات. يمكن للتقدم التكنولوجي أن يعطي ميزة غير عادلة لبعض الرياضيين، الأمر الذي يمكن أن يشكك في عدالة المسابقات ويضر بروح الروح الرياضية.

3-4- التأثير على صحة الرياضيين:

إن استخدام التكنولوجيا لتحسين الأداء يمكن أن يؤثر أيضًا على صحة الرياضيين. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي استخدام مواد أخف وزنًا وأقوى إلى زيادة السرعة والقوة، مما قد يزيد من خطر الإصابة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لبعض التقنيات أن تؤدي إلى اتباع نهج آلي مفرط في التدريب، على حساب تطور الرياضيين ورفاههم.

خاتمة:

أدى تطور التكنولوجيا في الرياضة إلى تقدم كبير في الأداء، والوقاية من الإصابات، وتحسين تجربة المتفرجين. ومع ذلك، فإن هذا التطور يثير أيضًا تحديات وقضايا مهمة، مثل الوصول العادل إلى التقنيات، وحماية البيانات وخصوصية الرياضيين، والحفاظ على نزاهة الرياضة. ويتزايد صعوبة تحديد الخط الفاصل بين التطور التكنولوجي والمنشطات التكنولوجية، مما يجعل الدور الذي تلعبه المنظمات الرياضية والباحثون والمشرعون والمبتكرون والرياضيون ووسائل الإعلام والمتفرجون حاسما في تعزيز الرياضة الأخلاقية والعادلة، وفي نهاية المطاف، يجب استخدام التطورات التكنولوجية بمسؤولية واحترام قيم الرياضة. ومن خلال العمل معًا، يمكننا ضمان استمرار التقنيات في تحسين الرياضة مع الحفاظ على نزاهتها وروحها.

التوصيات :

فيما يلي بعض التوصيات التي يمكن أن تساعد في ضمان استخدام تقنية النانو في الرياضة بطريقة آمنة ومستدامة وعادلة:

- زيادة الاستثمار في البحث والتطوير لفهم أفضل للآثار طويلة المدى للجسيمات النانوية على الصحة البشرية والبيئة.
- تطوير معايير وممارسات سلامة لإنتاج واستخدام المنتجات القائمة على النانو في الرياضة.
- تعزيز التعاون بين الجهات الفاعلة في القطاعين العام والخاص لضمان أن تكون تقنية النانو في متناول جميع الرياضيين.

من خلال اتباع هذه التوصيات، يمكننا المساعدة في ضمان أن تصبح تقنية النانو قوة إيجابية في عالم الرياضة.

قائمة المراجع:

1/تتةخالد وآخرون،مفهوم التكنولوجيا و دور الشركات التجارية في نقلها .مجلة قضايا معرفية ، المجلد 2،العدد3،سبتمبر 2022،ص120.

2/ https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-nanotechnologie

3/ميشيلين فوركاد، https://www.lequotidiendumedecin.fr/specialites/cancerologie/applications-des-nanotechnologies-

4/محمد قدري بكري، سهام السيد الغمري، الإصابات الرياضية والتأهيل البدني، دار المريخ للنشر، القاهرة، 2006م

5/ Jaqueline Rossout,Lumbroso :medecine de sport, edition Paris،Edition Paris.2019.

6/زينب عبد الحميد العالم، التدليك الرياضي وإصابات الملاعب، ط5، دار الفكر العربي، القاهرة ،1998.

7/بسام هارون، ساري حمدان،فائق أبو حليمة: الرياضة والصحة، طبعة 1، مؤسسة ومكتبة وائل للنسخ السريع، الأردن،1995.

8/صالح عبد الله الزغبي، الوجيز في الإسعافات والإصابات الرياضية العلاج الطبيعي، طبعة 1، دار الفكر للنشر والتوزيع، عمان، 1995.

9/محمد عبد الحميد فراج ،كيمياء الإصابة العضلية والمجهود البدني للرياضة، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، القاهرة، 2004.

10/ فايزة بوراس، هارون العشي،أهمية تطبيق النانو تكنولوجي في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة،مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي،المجلد 5،العدد2،ديسمبر 2018.

11/ http://sciencedusport.canalblog.com/archives/2023/10/22/40081679.html

12/ https://www.facebook.com/A.C.S.Rennes/(Un artricled'antoine coach sportif Paris 2023)

13/ Fahrner, W.R. . Nanotechnology and Nanoelectronics: Materials, Devices, Measurement Techniques.NY:Springer,2004,

14/ حكمت عبد الكريم المذخوري، محاضرة، الميكانيكا الحيوية والتحليل الحركي في المهارات الرياضية ، ضوء القمر للطباعة والنشر ، 2019، بغداد)

15/أبوالعلاء أحمد عبد الفتاح ،كمال عبد الحميد، الثقافة الصحية للرياضيين ،ط 1،دار الفكر العربي ،مصر ،2001.

16/Wang, Zhiming M. One-Dimensional Nanostructures (Lecture Notes in Nanoscale Science and Technology), NY:Springer,2008,p 325.

17/Jan Herrington, Anthony Herrington. Mobile Learning In Higher Education, Faculty of Education, University of Wollongong, 2009, p138 .

تكنولوجيا النانو –مساءلة في المخاطر وبحث في الاستراتيجيات الوقائية

Nanotechnology – Risk Accountability and Research on Preventive Strategies

رحماني مباركة
جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي/ الجزائر

الملخص:
الحديث عن تأثير التقنية على حياة الانسان ليس بالجديد فلطالما أثيرت النقاشات حول الرهانات الاقتصادية والسياسية والأخلاقية التي تعقب الابتكارات العلمية والتكنولوجية وقد أثبتت التجربة الإنسانية على مر العصور أن التكنولوجيا وبكل ما حملته من جوانب إيجابية سهلت على البشر حياتهم إلا أن تأثيرها كان له من السلبية ما يمس بمسائل جوهرية ومفاهيم راسخة كمبدأ الحرية والعدل والهوية الإنسانية والأمن و والصحة والبيئة وغيرها وسنحاول من خلال هذه الورقة البحثية التطرق للمخاطر الناجمة عن استخدام تكنولوجيا النانو في مختلف مجالات الحياة والبحث عن أنجع الاستراتيجيات الممكنة لمجابهتها
الكلمات المفتاحية : تكنولوجيا النانو – مجتمع 5.0 – مواد نانوية- التكنولوجيا الحيوية- النانو روبوتات

Abstract:
Talking about the impact of technology on human life is not new. As Discussions have always revolved around the the economic, political, and ethical implications that follow scientific and technological innovations., human experience over the ages has proven that technology with all its positive aspects, has made people's life easier, yet its negative effects has touched upon fundamental issues, and entrenched concepts such as freedom, justice, human identity, security, health, environment, and others.
Througt this research paper, we will attempt to address the risks resulting from the use of nanotechnology in various aspects of life and explore the most effective strategies to confront them.
Keywords: nanotechnology, Society 5.0, nanomaterials, Biotechnology, Nano robots

مقدمة:

اكتسبت تكنولوجيا النانو في السنوات الأخيرة اهتمامًا كبيرًا، بسبب الحاجة المتزايدة للمواد النانوية في العديد من المجالات،بمافي ذلك الصناعة، والزراعة والأعمال التجارية، والطب والصحة العامة...وغيرها وذلك بفضل تصميماتها وخصائصها المغناطيسية والإلكترونية عالية الدقة ،وأحجامها المتناهية في الصغر، والتي ساعدت العديد من المجتمعات على تطوير مواردها، وتحسين كفاءاتها الصناعية والعلمية والعسكرية، واستطاعت هذه التكنولوجيا المتطورة استقطاب اهتمام الدول المتقدمة، ودفعتها لاستثمار مبالغ ضخمة في سوق تقنيات النانو، حيث من المتوقع أن يرتفع حجم هاته الاستثمارات إلى تريليونات الدولارات خلال السنوات القادمة، كما يتوقع أن يرتفع عدد العاملين في هذا القطاع حول العالم إلى أضعاف ماهو عليه حاليا، لكن ورغم أن تقنية النانو تكنولوجي تعتبر نهضة علمية هائلة، إلا أنها يمكن أن تنطوي على تحديات ومخاطر كثيرة قد تواجه الإنسان من خلال استخدام هذه التكنولوجيا المتطورة، ويظهر أثرها على

الأمن والسلامة والصحة والبيئة، وعلى مستقبل البشرية بشكل عام. وفيما يلي سنحاول تحديد ماهية تكنولوجيا النانو، وتعداد مزاياها ، والمخاطر الناجمة عنها في مختلف القطاعات ،وصولا لتحديد أهم الاستراتيجيات والتدابير التي من شأنها مجابهة هذه المخاطر والتقليل من آثارها السلبية على الإنسان والبيئة على حد سواء

أولا: تكنولوجيا النانو –الماهية- وبدايات الاهتمام

يصف مصطلح التكنولوجيا النانو مجموعة من التقنيات التي تنفذ على مقياس نانومتر مع تطبيقات واسعة كتقنية تمكين في مختلف الصناعات. تشمل التكنولوجيا النانو إنتاج وتطبيق الأنظمة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية على مقاييس تتراوح من الذرات الفردية أو الجزيئات إلى حوالي 100 نانومتر، بالإضافة إلى دمج الهياكل النانوية الناتجة في أنظمة أكبر. يمكن أن يشمل مساحة نقطة "i" مليون جسيم نانوي (Lauterwasser :s.d) .و يمكن القول أن الفكرة الجوهرية في تكنولوجيا النانو تكمن في القدرة على التلاعب بجزيئات المواد وذراتها وإعادة ترتيبها بغرض إحداث تفاعلات كيميائية وفيزيائية معينة تضفي على المواد الناشئة خصائص اصطناعية مخالفة لما هو موجود بالطبيعة

يشير التقرير الذي أجرته منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية في عام 2004 إلى أن العديد من البلدان وضعت تعريفات للتكنولوجيا الحيوية كمجال هام ، بالنظر لكونه متعدد التخصصات ويفيد في الأعمال التي تقوم على الفيزياء والعلوم الحياتية والهندسة .(Lauterwasser :s.d) لذلك أصبح هذا النوع من التوجه العلمي يلقى دعم الحكومات من خلال توجيه تمويل البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية على مستوى عدد من الوزارات والمجالس البحثية المسؤولة عن مجالات تطبيق مختلفة، كالبيئة والصناعة والصحة، أو مجالات العلوم والتكنولوجيا كالفيزياء والعلوم البيولوجية والهندسة.

انطلقت فكرة تكنولوجيا النانو بسبب البرنامج الأمريكي، الذي صمم لإعادة الحيوية إلى التخصصات الفيزيائية والكيميائية التي تم تجاهلها في الولايات المتحدة، بسبب الأولوية المُعطاة للأحياء من قبل الكونغرس الأمريكي (Weisbuch, c., & Claire:2006) وفي عام 1986، تنبأ باحث من MIT يدعى ك. إريك دريكسلر بظهور الآلات الجزيئية ونشر كتابًا بعنوان "محركات الخلق"، حيث سلط الضوء على الإمكانيات والنتائج المترتبة على هذا المجال الناشئ، الذي أطلق عليه اسم التكنولوجيا النانوية. وقد استلهم من محاضرة الحائز على جائزة نوبل ريتشارد فينمان في عام 1959 بعنوان "هناك مساحة كافية في الأسفل" حول التصغير إلى مستوى الذرة. منذ ذلك الحين، كتب دريكسلر العديد من الكتب الأخرى حول هذا الموضوع، مثل "فتح المستقبل"، وأسس معهد الرؤية المستقبلية، وهو منظمة غير ربحية مكرسة للتطوير المسؤول للتكنولوجيا النانوية. (Chen :2024)

1- تكنولوجيا النانو مزايا متعددة واهتمام متزايد

1-1 في مجال الصحة البشرية

تساعد تكنولوجيا النانو على تحسين صحة الإنسان، وتقدم حلولا لمختلف الأمراض التي تهدد الحياة ، ففي مجال علم الأورام مثلا، يقدم الطب النانوي تحولات واعدة من الأساليب الحالية لعلاج وتشخيص السرطان، ومرض باركنسون، ومرض الزهايمر والسكري، وأمراض العظام والأمراض المتعلقة بالدم والرئتين والجهاز القلبي الوعائي، وغيرها (mordor intillegence : 2023)ويتوقع أن يزداد اتساع ت سوق تكنولوجيا النانو للرعاية الصحية بشكل ملحوظ خلال السنوات القادمة بالنظر لعوامل مختلفة حيث أنها:

- تمكن من توفير الرعاية الصحية والطبية عن بُعد للأشخاص الذين يعيشون في المناطق الريفية .

-كما يتوقع أن تُسهم تقنيات النانو بيوتكنولوجيا في الرعاية الطبية ضد الأمراض المعدية الناشئة، مثل COVID-19 من خلال التشخيص باستخدام الأجهزة النانوية، واكتشاف الأدوية والعلاج الطبي.

-يمكن أن تكون المواد وتقنيات الفوتونات فعالة أيضًا في الوقاية من العدوى، خاصة في تعطيل الفيروس باستخدام جسيمات التحفيز الضوئي، أو بواسطة مصابيح الأشعة فوق البنفسجية العميقة، وفي تنقية الهواء من خلال اصطياد الفيروسات بواسطة أغشية مختلفة .

-ستسهم هذه التقنيات أيضًا، في فهم أفضل لتفاعل الكائنات المتسببة في الأمراض مع مواد مختلفة. وستلعب المحاكاة على نطاق النانومتر وعلوم البيانات أدوارًا مهمة (Pokrajac, abbas :2021)

-بالإضافة إلى ذلك، يقدم "الطب النانوي" وعدًا بالتشخيص والعلاج على المستوى الجزيئي لاكتشاف وعلاج الأمراض قبل ظهور الأعراض، أو إعادة بناء الخلايا العصبية في مرض الزهايمر ومرض باركنسون. إضافة لإمكانية تجنب حدوث مضاعفات خطيرة مثل السكتة الدماغية، أو النوبة القلبية عن طريق العلاج الوقائي للأشخاص المعرضين للخطر، وقد يساعد إعادة تجديد العظام العديد من الأشخاص على النشاط الذي لم يتوقعوا أبدًا التأهيل.. (Pokrajac, abbas :2021)

1-2 في مجال الأمن الغذائي:

أثبتت تكنولوجيا النانو نجاعتها في تحقيق متطلبات الأمن الغذائي من خلال:

-قدرتها العالية على تحسين منتجات الصناعات الغذائية ورفع قيمتها وجودتها

-وقاية الأطعمة من التلوث البكتيري من خلال استخدام تقنيات نانوية متطورة في التخزين والحفظ (الاسكندراني: 2010، الصفحات 221-222)

-المساهمة في تحديد صلاحية المواد الغذائية وقابليتها للاستهلاك من خلال استخدام حساسات النانو

1-3 في مجال الزراعة:

-تصنيع حبيبات نانوية مخصصة لمكافحة الآفات الزراعية كالفطريات

-تطوير تقنيات الري المستدام للمحاصيل الزراعية من خلال توظيف الزيوليت

إعادة ترتيب الجينات على نحو يتيح إعادة ترتيبها بنسق يسمح بإضافة خواص متعددة للنباتات والحيوانات

-استخدام تكنولوجيا النانو في مجال الاستزراع السمكي وتربية الأحياء المائية بطريقة آمنة وخالية من الأمراض والتلوث

1-4 النانو تكنولوجيا وخفض التلوث البيئي

-تنقية المياه الجوفية باستخدام حبيبات الحديد صفري التكافؤ، وحبيبات الذهب المغلفة بقشور البلاديوم، كما تتمتع جسيمات الفضة بسمية عالية للكائنات الدقيقة، مثل البكتيريا والفيروسات والفطريات، ولها تأثير مضاد للميكروبات. و يتم استخدام العديد من الجسيمات البوليمرية حاليًا لمعالجة مياه الصرف الصحي لإنتاج مصادر إضافية لمياه الشرب، كما تمكن المحفزات الفوتوكاتاليتية من أكسدة الملوثات العضوية وتحويلها إلى مواد غير ضارة (Unmesha Ray :2019)

-عمليات الترشيح وتحلية مياه البحار والمحيطات باستخدام حبيبات أول أكسيد المغنيسيوم النانويةMgO

-تنقية الهواء الملوث عن طريق توظيف حبيبات التيتينيا كمحفزات (الاسكندراني: 2010، ص 238-239)

5-1 في مجال الصناعات العسكرية

تعتبر تكنولوجيا النانو من أهم التقنيات الآخذة في الاستخدام بالمجال العسكري حيث تدخل في :

- تطبيقات الاتصالات والمعلومات، من خلال إنشاء أجهزة متناهية في الصغر والدقة، مهمتها استشعار مختلف البيانات كأجهزة الرادارات النانوية الصغيرة التي يتوقع انتشارها بكثرة مع مطلع سنة 2030،

-صناعة المنسوجات العسكرية وتزويدها بمزايا مخصصة لتطوير وتعزيز المدرعات، والملابس العسكرية كتلك التي تعمل على توفير الحماية الباليستية، والمساعدة في التخفي والتمويه (مزياني: 2021، ص 211-213)

-صناعة أجهزة دفاعية متخصصة في زرع الألغام والكشف عنها

-تطوير أسلحة الدمار الشامل من الناحية الدفاعية والهجومية

-إضافة لقدرتها على تخفيف القوى والمخاطر السياسية من خلال التقليل من الإصابات في أوساط الجنود باستخدام منصات التحكم (طائرات دون طيار)

2- تقييم المخاطروتحديد التدابير الوقائية

على الرغم من فوائد تكنولوجيا النانو المذكورة آنفا، من حيث كونها تساهم في حل معضلات التلوث ومشاكل ندرة المياه و تلوثها، والتقليل من الانبعاثات التي تسبب الاضطرابات المناخية، إلا أن التجارب أثبت فشل كثير من التقنيات لتكنولوجيا النانو، وازدادت احتمالية الخطر على الإنسان والبيئة وبذلك أصبحت التكنولوجيا النانوية موضوعًا للانتقادات المتزايدة، حتى أن البعض صار يدعو إلى وقف مؤقت لهذه الأبحاث. ويمكننا في هذا الصدد الإشارة إلى أبرز هذه المخاطر:

2-1 مخاطر على الصحة البشرية

والتي يرجع أغلبها لمخاطر **"النانو-المادة"** مثل الجسيمات القادرة على التكاثر بشكل ذاتي والتي تخرج عن السيطرة، أو **"النانو-روبوتات"**، وهي خطرة لثلاثة أسباب رئيسية:

أ- قد تتسبب الجسيمات النانوية في تلف كبير الرئتين بسبب الجسيمات "الفائقة الدقة" من آلات الديزل ومحطات الطاقة، ومحرقات النفايات، لأنها تحمل مواد كيميائية أخرى بما في ذلك المعادن والهيدروكربونات.

ب- يمكن للجسيمات النانوية أن تدخل الجسم عبر الجلد والرئتين والجهاز الهضمي، وقد يساعد ذلك في إنشاء "الجذور الحرة" التي يمكن أن تتسبب في تلف الخلايا، وتلف الحمض النووي .

ج- هناك أيضًا قلق من أنه بمجرد أن تكون الجسيمات النانوية في الدورة الدموية، فإنها ستكون قادرة على تجاوز حاجز الدم والدماغ، وقد أظهرت دراسة ألمانية أدلة واضحة على أنه إذا تم ترسيب جسيمات قطرها نانومتر في المنطقة الأنفية (في القوارض)، فإنها تتجاوز تمامًا حاجز الدم وتنتقل عبر الأعصاب الشمية مباشرة إلى الدماغ. كما أظهرت دراسات أخرى أن بعض الجسيمات النانوية تؤدي إلى تلف الدماغ لدى الأسماك والكلاب.

- يمكن لأنابيب الكربون النانوية المستنشقة أن تقمع جهاز المناعة، عن طريق التأثير على وظيفة الخلايا T ، وهي نوع من الخلايا البيضاء التي تنظم جهاز المناعة لمكافحة العدوى(HSR : 2023)

-أثبتت الدراسات أن المساحة السطحية النسبية الكبيرة للجسيمات النانوية المستنشقة يمكن أن تزيد من سميتها، ويمكن لهذه الجسيمات الصغيرة أن تخترق إلى أعماق الرئتين، وقد تنتقل إلى أجزاء أخرى من الجسم، بما في ذلك الكبد والدماغ.

2-2 مخاطر تتعلق بالسلامة المهنية :

حيث أصدر مركز بحوث التكنولوجيا النانوية (NTRC) التابع لـ NIOSH تقريرًا مؤقتًا بعنوان "التقدم نحو تقنية النانو الآمنة في مكان العمل".. يحدد التقرير 10 مجالات حرجة للصحة والسلامة المهنية وتشمل هذه المجالات السمية، والجرعة المتعلقة باستجابة القلب والرئة للجسيمات النانوية، و قد حدد التقرير مجموعة توجهات لأصحاب التكنولوجيا النانوية والعمال حول كيفية تنفيذ برامج المراقبة للصحة والسلامة المهنية في مكان العمل(HSR : 2023) .

2-3 تقنيات النانو و المأزق الإيكولوجي

المتمثل في استنفاد الموارد الأحفورية، والانسحاب المفرط للموارد المتجددة، وتغير المناخ بسبب الاقبال المتزايد من الدول الصناعية منذ سنة 2000 على الاستثمار بشكل موسع في إمكانات التكنولوجيات النانوية، وتوظيفها في مختلف الصناعات، كما يؤكد المنتقدون لتكنولوجيا النانو أن المواد النانوية لن تتحلل في البيئة ، مما يزيد من خطر التلوث البيئي ، وقد أظهرت الدراسات ا أن تراكم الجسيمات النانوية في التربة، بشكل خاص أكسيد النحاس، أكسيد اللانثانوم، أكسيد السيريوم، وأكسيد النيكل، يمكن أن يقلل من معدل التمثيل الضوئي والتنفس للنباتات التي تنمو في التربة، كما أن المواد النانوية التي تصل إلى الأرض لها القدرة على تلويث التربة، والانتقال إلى السطح والمياه الجوفية. (Unmesha Ray :2019)

2-4. اتساع الفجوة التكنولوجية بين الدول المتقدمة ودول العالم الثالث

-استخدام المصفوفات الدقيقة، يمكن أن يضعف النظم الصحية في البلدان الصناعية، ويزيد من حدة عدم المساواة مع البلدان النامية. وبالتالي، فإن استغلال الاختبارات الجينية لغرض العلاجات الوقائية الشخصية يمكن أن يتسبب في ظهور علاجات باهظة الثمن يتعذر الوصول إليها في الجنوب وتؤدي إلى التفوق في الشمال(Weisbuch , Claire : 2006)

يمكن في هذا الصدد أيضا، الإشارة إلى مجموعة من الهواجس المتعلقة باستخدام تكنولوجيا النانو، فالطبيعة غير المرئية للمواد النانوية المخلقة معمليا، وعدم القدرة على متابعتها بالعين المجردة، يزيد من احتمالية عدم القدرة على السيطرة عليها، إضافة إلى عدم القدرة على ضمان أهلية المواد النانوية الناشئة للاستخدام الآمن ، وهواجس التعتيم الكامل الذي تفرضه الدول المنتجة لهذه التكنولوجيا التي تستخدم في الأغراض والتطبيقات العسكرية، وصناعة أسلحة الدمار الشامل، وزيادة احتمال تعميق الفجوة التكنولوجية بين الدول المتقدمة ودول العالم الثالث (الاسكندراني: 2010، صفحة 285)

كما أن اشتداد تنافس الدول والتنظيمات الإرهابية على اقتناء الأسلحة النووية واستعمالها في الحروب اللاتماثلية، واحتمالية فشل بعض الأنظمة العسكرية التي تعتمد على تكنولوجيا النانو، سيزيد حتما من تعقيد الأوضاع الأمنية عبر العالم، بالإضافة للخطر البيئي المحدق والناجم عن إطلاق الأسلحة النووية لكم هائل من السموم التي يصعب التخلص من آثارها لوقت طويل بعد الحروب (مزياني: 2021)

إضافة لاستخدام وسائل تكنولوجية ذكية عابرة القارات، تسمح بالتجسس المستمر على دول العالم ومثال ذلك ما حدث بالهند، حيث اعتقلت القوات الهندية الآلاف من الحمام المهاجر عبر الحدود الهندية الباكستانية، وهي مزودة بكاميرات دقيقة تعمل على تصوير كل ما هب ودب من القارة الهندية، ويذكر أن علماء حربيون غربيون يعكفون على صنع أسلحة دقيقة تعمل على إبادة البشر دون أن تتأثر المباني والمنشآت (العبضلاوي :2017)

2-5 التحديات الأخلاقية

يتم التعامل مع القضايا الأخلاقية المرتبطة بالتكنولوجيا الجديدة في غالب الأحيان، على أنها مجرد تفاصيل ثانوية، أو أنها عراقيل تمنع مواصلة الابتكار، لذلك تُهمل المناقشات الأخلاقية، وتُنحى جانبًا في نهاية المؤتمرات العلمية، أو يتم إسنادها لعلماء الاجتماع، وغالبا ما تُهمش الاعتبارات الأخلاقية للتكنولوجيا في عملية اتخاذ القرارات، و وضع السياسات العامة للدول ،وفي هذا الصدد قام رونالد صاندلر -Ronald SANDLER-بإجراء دراسة على مجموعة واسعة من القضايا الاجتماعية والأخلاقية المحتملة المرتبطة بتقنيات النانو الناشئة، والتي تشمل البيولوجيا الاصطناعية، وبناء الكائنات الاصطناعية، وتطوير الأسلحة البيولوجية،وأبحاث الخلايا الجذعية، وتعديل الجينات للبشر ،العدالة البيئية وأسطورة الحل التكنولوجي ، وتوصل إلى أن كل تقنية ناشئة تقدم لنا فرصة جديدة لجذب أصحاب المصلحة في نقاش اجتماعي وأخلاقي،وأن ثورة النانو التكنولوجية لا تزال في بدايتها، وأنه لدينا الوقت لإجراء مناقشة علنية وعامة لعواقبها، سواء المقصودة أو غير المقصودة، كما شدد على أنه يجب الاعتماد بشكل أساسي في مجابهة التحديات الأخلاقية لتكنولوجيا النانو على التغييرات السلوكية أو التحولات الرئيسية الأخرى، بدلا من ميولنا لصالح الحلول التكنولوجية (sandler :2009,p 8)

وفي سياق آخر قامت شركة روسية بتجميد جثث في ضواحي موسكو، على أمل حدوث تطور علمي، يمكّن العلماء من ضخ الحياة فيها من جديد،(العبضلاوي:2017) ، و ذهب البعض إلى أن التكنولوجيا النانوية ستمكن من الدخول إلى مجالات

لا ينبغي الذهاب إليها، كالسيطرة على الحياة والحلم أو كابوس الخلود، والسيطرة على الفرد من خلال النانو روبوتات التي يتم حقنها فيه بدون علمه، ماجعل علماء النفس والفلاسفة يحذرون من "مرحلة ما بعد الإنسانية" ومن حصول تطور مذهل يضع البشرية أمام تحديات أخلاقية، خارجة عن نطاق السيطرة عندما تتمرد الآلة على الإنسان، فهل ستتحقق تنبؤاتهم ،و هل ستقودنا تكنولوجيا النانو إلى مرحلة ما بعد الإنسانية، ونصبح مجبرين على التعايش مع كائنات هجينة مزودة برقائق تحت الجلد، ودماغ بشري مدعم بدوائر إلكترونية ، وهل سيفرز لنا التلاعب بالجينات الوراثية ، أنواعا جديدة من البشر والنباتات والحيوانات في رحلة بحثه عن الخلود والأبدية ؟ كلها تساؤلات تحيلنا إلى تحديات أخلاقية جادة يمكن أن تعترض البشرية في قادم السنوات إذا لم يتم ضبط التعامل مع تكنولوجيا النانو، ووضعها ضمن منظومة قيمية متفق عليها عالميا.

وللإشارة فقد أكد الباحث روناد صاندلر على أن البحث في المسائل الاخلاقية المتعلقة بالنانو تكنولوجيا يجب أن يرتكز على الأبعاد التالية: الأهداف، المخاطر، الفوائد والمستفيدين، التحكم، الرقابة، التنظيم ودرجة المشاركة في الممارسة الأخلاقية. (SANDLER :2009, p15)

3- التابير الوقائية لمجابهة مخاطر تكنولوجيا النانو

مما سبق ذكره حول مخاطر تطبيقات النانو، تبرز الحاجة إلى تحديد اهم التدابير والاستراتيجيات التي من شأنها التعامل الواعي مع هذه تطبيقات النانو، وتزويد الأفراد والمجتمعات بالأدوات والإجراءات اللازمة للحد من مخاطرها، و التنبؤ بالمشاكل التي يمكن أن تنتج عنها ، للتوصل إلى اتخاذ قرارات صائبة بشأنها في الوقت المناسب. ومن هذه التدابير يمكننا إدراج البعض منها كالآتي:

-تقييم المخاطر المتعلقة بمختلف استخدامات الجسيمات النانوية بشكل منهجي قبل اتخاذ أي قرار باستخدام أدوات مناسبة، ومختلفة عن أدوات تقييم المخاطر الكيميائية القياسية.

-ربط أي ترخيص بالتزام بمراقبة الأشخاص ،والنظم البيئية المعرضة للخطر النانوي وتبادل الخبرات.

-تحديد وتأكيد أساليب المترولوجيا لقياس التعرض البيئي في مختلف البيئات والمصادر الغذائية لتوصيف التعرض البشري بشكل أفضل.

-توصيف ومتابعة تحويل المواد النانوية في البيئة والمصادر البيولوجية.

-دراسة دورة حياة الجسيمات النانوية وإطلاقها من منتجات الاستهلاك.

-تقييم التأثيرات السمية على النظم البيئية نتيجة للتعرض المباشر أو غير المباشر، مع التركيز على تطوير نماذج واقعية للتعرض، واختبارات المختبر التي تأخذ في الاعتبار قابلية الجسيمات النانوية للامتصاص في البيئات المختلفة.

-تطوير اختبارات سمية أكثر واقعية ومناسبة بشكل أسرع وتكون موجهة نحو التأثيرات المزمنة وتقليل التجارب على الحيوانات(Comité de la prévention& précaution : 2020, p35)

-دعم الدراسات الوبائية الجارية، وتطوير دراسات جديدة، بما في ذلك الدراسات البيئية الوبائية، لفهم أفضل لتأثير الآثار الصحية للتعرض المتعدد للمواد النانوية: تأثير الخلائط النانوية ومسارات التعرض المتعددة لنفس المادة النانوية.

-جعل تتبع المواد الكيميائية الجديدة والمواد النانومترية ضروريًا في مكان العمل، باستخدام رمز توضيحي لتوفير معلومات أفضل للعاملين الذين يتعاملون مع المواد الكيميائية الجديدة ،والمواد النانومترية.

-تطوير تدريب العاملين في مجال الصحة والسلامة على مخاطر المواد الكيميائية الجديدة، والمواد النانومترية، خاصة فيما يتعلق بحماية التعرض.

-تقديم تسمية عامة للمنتجات الاستهلاكية التي تحتوي على المواد النانومترية.

-تطوير البرامج لتحقيق المزيد من الشفافية والانفتاح الأوسع بين الباحثين والخبراء المختصين في تكنولوجيا النانو (Comité de la prévention& précaution : 2020, p36)

-إشراك أصحاب المصلحة والمواطنين المعنيين في تقييم المحاور التي يجب إعطاؤها الأولوية في البحث، وفي الجهود المبذولة نحو تحليل التكلفة والفائدة.

-. اعتماد التكنولوجيا الخضراء أو التصنيع الأخضر، كحل لمشكلة تلوث الجسيمات النانوية. وهي تكنولوجيا صديقة للبيئة، تم تطويرها واستخدامها للحفاظ على الموارد الطبيعية، وتهدف إلى إنتاج مواد نانوية باستخدام كميات أقل من المواد الخام، واستهلاك أدنى للطاقة، وإنتاج أدنى للنفايات ومن أمثلة المواد النانوية صديقة البيئة الميكروإمولسيونات، التي تستخدم بدلاً من المركبات العضوية المستعملة في صناعة مواد التنظيف.(Unmesha Ray : 2019)

-الاعتماد على المراكز البحثية ،مثل مركز غرونوبل أو إيل دو فرانس، كوسيلة لتحقيق الأهداف السابقة، بالتعاون مع هيئات المراقبة والمواطنة

-إجراء دراسات التعرض المزمنة لتوليد معلومات حول التأثيرات الصحية على المدى الطويل.

ويمكن في هذا الصدد أيضا إدراج مجموعة من الاستراتيجيات التي يفترض أن تضطلع بها بالمنظمات العالمية من حيث:

-تعزيز التواصل بين الحكومات و الشركات والمنظمات غير الحكومية في مختلف البلدان

-تشجيع ودعم سياسات وأطر تنظيمية متماسكة لتكنولوجيا النانو.

-إنشاء قواعد بيانات مشتركة لنتائج الصحة والسلامة البيئية، والتعليم والآثار الاجتماعية، وتطوير برامج لتبادل المعلومات بشكل دوري.

-دعم الدراسات حول الاتجاهات الماكرو اقتصادية، وتداعيات التجارة وتجنب الاضطرابات الدولية المحتملة، خاصة بالنسبة للدول النامية التي ليس لديها القدرة على حماية مصالحها بشكل كامل.

-تنسيق قضايا الملكية الفكرية لتكنولوجيا النانو.

-إنشاء برامج شهادات لإدارة المخاطر في المؤسسات الصناعية والاقتصادية والعسكرية

-ربط ممارسات إدارة المخاطر بالممارسات والمعايير الدولية(brief : 2007)

4- تكنولوجيا النانو لمستقبل مستدام :

إدراكا منها لأهمية العمل على حوكمة النشاطات المرتبطة بتكنلوجيا النانو، أطلقت بعض الدول مجموعة من المبادرات الساعية لربط هذه التكنولوجيا بعملية التنمية المستدامة، حيث تم تقديم:

-**مجتمع 5.0** كمفهوم مركزي للخطة الأساسية للعلوم والتكنولوجيا والابتكار في منتصف الفترة من عام 2016 إلى عام 2020 من قبل الحكومة اليابانية، وهو مجتمع متمحور قدرة الانسان على تحقيق التنمية الاقتصادية، وحل المشكلات الاجتماعية من خلال التكامل المتطور للعالم السيبراني مع العالم المادي، مما يساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة. ومن المتوقع أن تلعب تكنولوجيا النانو والمواد أدوارًا مهمة في تحقيق المجتمع 5.0. لأنها ستدفع التحول الرقمي من خلال توفير أجهزة نانو متنوعة لاستخدامها ، مثل أجهزة استشعار إنترنت الأشياء ، ومركبات القيادة الذاتية ، والروبوتات الذكية وغيرها، ومن المتوقع أيضًا أن تساهم تكنولوجيا النانو والمواد في تحقيق مجتمع مستدام، من خلال ضمان تنقية المياه ، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ، وتعزيز دورة المواد من خلال النهج التدويري. كما ستدعم تكنولوجيا النانو والمواد أيضًا صحتنا ورفاهيتنا من خلال أجهزة استشعار الأجسام الحيوية القابلة للارتداء والمواد الحيوية للطب التجديدي (Pokrajac, abbas :2021).

-الشبكة الدولية للنانوتكنولوجيا المستدامة

التي تم إعلانها مع أعضاء مؤسسين في أستراليا وكندا، وهولندا والولايات المتحدة، واليابان كعضو داعم بهدف توسيع نطاقها إلى أجزاء أخرى من العالم، حيث يهدف هذا المشروع إلى خلق جيل جديد من العلماء والمهندسين الذين لا ينظرون فقط إلى المشاكل من منظور التكنولوجيا النانوية/العلم/الهندسة ، ولكنهم يضيفون مسألة إضافية من حيث الاستدامة، وتأثيرها الشامل على المجتمع. إن هذه المبادرة لها تأثير واسع النطاق فيما يتعلق بتأثيرها الشامل. لن تساعد فقط في إيجاد صوت جماعي داخل مجتمع التكنولوجيا النانوية، بل ستوفر أيضًا مكونًا للتواصل مع أنظمة التعليم من الروضة إلى الجامعة للتأكيد على أهمية الاستدامة في سياق التكنولوجيا النانوية، وستختار الشبكة كل عام أحد أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة كطريقة جماعية للعمل نحو الهدف، مع نتائج محددة تعرض كيف يمكن للعقل الجماعي خلق تحولات نمطية في الطرق التي نستخدم بها ونقدر التكنولوجيا النانوية(Pokrajac, & abbas : 2021)

المبادرة الوطنية الأمريكية للنانوتكنولوجيا NNI

. يدعم الNNI البحوث والتطوير في مجال التكنولوجيا النانوية التي توسع حدود المعرفة العلمية، وتؤدي إلى مفاهيم وأفكار مبتكرة، بعضها يترجم إلى منتجات يومية. كما تدعم وكالات الNNI المشاركة في دمج مبادئ التطوير المسؤول في البحث والتطوير، والتسويق للمواد النانوية، والمنتجات التي تعتمد على التكنولوجيا النانوية، بالإضافة إلى تطوير ونشر الموارد التي توفر التوجيه التنظيمي لصناعة التكنولوجيا النانوية، ويقوم مكتب تنسيق التقنية النانوية الوطنية يوميًا

بجمع أحدث البيانات الصحفية حول هذه التقدمات البحثية، وتقديم معلومات حول تأثير NNI على الاقتصاد والمجتمع.(NNI :2023)

خاتمة:

في الختام، يمكننا القول أن التكنولوجيا النانوية باعتبارها الوجه الأبرز من تكنولوجيات الجيل الخامس قد أحدثت منذ ظهورها تأثيرات عميقة على مجالات حياتية متنوعة، واتسع نطاقها لتشمل مجموعة واسعة من التطبيقات، بداية من الطب إلى الصناعات المختلفة والإلكترونيات ،علم الطاقة ،علم المواد وحماية البيئة، إضافة لاستخدامها بشكل متنام بالمجال العسكري. وهذا راجع لعديد المزايا التي تقدمها التكنولوجيا النانوية في عمليات التصغير وقوة الحوسبة، وتحسين أنظمة المعالجة والتخزين بالاعتماد على تقنيات ومواد أكثر دقة ومرونة، كما يتوقع أن تقدم النانو تكنولوجيا مزيدا من الآفاق الواعدة على المستوى الجزيئي في مجالات التصنيع والطب والهندسة وغيرها . لكن في المقابل تجدر الإشارة إلى أن هناك الكثير من التحديات العالمية التي يواجهها العلماء الذين يشتغلون بمجال تطوير التكنولوجيا النانوية والمرتبطة أساسا بمجموعة من الاعتبارات الأخلاقية، والبروتوكولات المتعلقة بالأمن والسلامة، مما يستدعي تفعيل المراقبة المستمرة للبحوث، واستحداث تدابير جديدة تواكب التطور المتسارع الذي تشهده التكنولوجيا النانوية إذ لا يمكننا الاعتماد على التشريعات البيئية والصحية والسلامة القديمة أو بروتوكولات التخفيف من المخاطر القديمة. كما يجب المسارعة لسد الفجوة المعرفية بين الدول المتقدمة والدول النامية في مجال تطوير المواد النانوية، من خلال تعزيز الفرص لتقنية النانو للمساهمة في ازدهار الإنسان بطرق عادلة ومستدامة، وفي السياق ذاته تبرز الحاجة إلى العمل على تزويد الاقتصادات النامية بالمعلومات الأساسية حول تصميم تكنولوجيا النانو الآمنة، وكذا العمل على تشجيع المناقشات الاجتماعية والعلمية حول القضايا الأخلاقية المتعلقة باستخدام المواد النانوية للمساهمة في تطوير خيارات صناع القرار،مع السعي إلى دعم التقدّم والابتكار في المجال العلمي بمنظومة أخلاقية عالمية تراعي القيم الإنسانية وحقوق الإنسان وتعززها من أجل التوقع والتصدي بشكل استباقي بقدر الإمكان، للجوانب السلبية المحتملة لتقنيات النانو الناشئة.

قائمة المراجع:

1- الاسكندراني، محمد شريف (2010): تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل. عالم المعرفة ،الكويت
2- مزياني، صبرينة (2021): تكنولوجيا النانو في الصناعات العسكرية الواقع والتحديات ذات الصلة، المجلة الجزائرية للدراسات، م8،ع2
3- Lauterwasser (s.d.):Opportunities and risks of nanotechnologies , available on https://www.oecd.org/science/nanosafety/44108334.pdf
4- Pokrajac , L. & abbas, a (2021): Nanotechnology for a Sustainable Future Addressing Global Challenges with the International Network4Sustainable - Nanotechnology, available on https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/275696722/acsnano.1c10919.pdf

5- Weisbuch, c. & Claire, W (2006) : Les risques des nanotechnologies, available on https://www.canal-u.tv/chaines/utls/les-disputes-octobre-2006/les-risques-des-nanotechnologies

6- Brief, p (2007): Nanotechnology Risk Governance -Recommendations for a global, available on https://www.steptoe.com/a/web/6505/NanotechnologyRiskGovernance.pdf

7- Chen, A (2024.): The Ethics of Nanotechnology:Markkula center for applied ethics , available on https://www.scu.edu/ethics/focus-areas/technology-ethics/resources/the-ethics-of-nanotechnology

8- Comité de la prévention et de la précaution (2020) : Nanotechnologie – Nanoparticules Quels dangers, quels risques ,available on

9- https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/CPP%20-%20Nanotechnologie%20Nanoparticules.pdf

10- HSR, c. (2023):Nanotechnology - a new hazard. Consulté le 02 12, 2024, available on HSR Conference: https://www.ohsrep.org.au/nanotechnology_-_a_new_hazard

11- Mordor intillegence, i. (2021) - حجم سوق تكنولوجيا النانو للرعاية الصحية وتحليل: الحصة اتجاهات النمو والتوقعات (2023 - 2028)Consulté le 02 07, 2024, sur https://www.mordorintelligence.com/ar/industry-reports/healthcare-nanotechnology-nanomedicine-market

12- Unmesha Ray(2019) :The Environmental Impact of nanotechnology, available on https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=5114

13- Sandler(2009) : nanotechnology The Social and Ethical Issues,woodrow Wilson international center for scholars ,available on https://www.pewtrusts.org/-/media/legacy/uploadedfiles/phg/content_level_pages/reports/nanofinalpdf.pdf

14- العبضلاوي(2017): أخلاق ما بعد النانو تكنولوجيا، متاح على الرابط https://www.zagorapress.com/details-35898.html

15- NNI(2023) : nanotechnologie initiatives, available on https://www.nano.gov/national-nanotechnology-initiative

تكنولوجيا النانو حيوية فصل جديد في ميدان الثورة البيوتكنولوجية

آفاق التلاقي ومنعرجات التقدّم

Nanotechnology A New Chapter in the Biotechnological Revolution

Perspectives and Progress Crossroads

الدكتور: سفيان عمران
Dr . Sofiane Amrane
جامعة محمد الأمين دباغين، سطيف2 / الجزائر
University of Mohammed El-Amine Debaghine, Setif 2 /Algeria

الملخص:
تهدف هذه الورقة البحثية إلى: تبيين معالم حضور تقنية النانو في ميدان الطب والبيولوجيا في العصر الراهن الذي شهد ثورة علمية كبيرة، هي الثورة البيوتكنولوجية، التي ألقت بضلالها على الكثير من الميادين العلمية، في سياق البحث العلمي، وتطوير التقنية، عن طريق حفر أركيولوجي حول نشوء هذه التكنولوجيات، وتحليل أبحاثها للوقوف على معالم الالتقاء، لنصل في النهاية على أن: تقنية النانو أحد التكنولوجيات التي سجّلت حضورها بقوة في ظلّ التقدم الكبير للعلم في العصر الراهن، إذ نجدها قد فرضت سيطرتها على كل المجالات الممكنة، وليس من الغريب أن يحتل القطاع الحيوي خاصة الصحي منه، مكانة هامة ضمن اهتمامات علماء هذه التقنية، خاصة مجال الطب، فقد ظهرت ثورة شاملة، تم من خلالها تطوير تقنيات دقيقة جدّا، تتعلق بالتشخيص المبكر للأمراض، والكشف عن الأورام، فضلا عن تطوير أنواع جدّ متقدمة من الأجهزة الدقيقة، الكاشفة التي تستعمل في فهم وتحليل بنية، وتركيب الحمض النووي الريبي للإنسان والفيروسات من أجل الوصول إلى أدق تفاصيل الحياة الإنسانية.
الكلمات المفتاحية: النانو تكنولوجي، الثورة البيوتكنولوجية، الطب، البيولوجيا، التقدم العلمي.

Abstract:
This research paper aims to elucidate the prominent role of nanotechnology in the fields of medicine and biology in the current era, marked by a significant scientific revolution—the biotechnological revolution. This revolution has cast its shadows over various scientific domains within the context of scientific research and technological advancements. Through an archaeological exploration of the emergence of these technologies and an analysis of their research, the paper seeks to identify converging points. Ultimately, it concludes that nanotechnology is one of the technologies that has strongly marked its presence in the current era amidst significant scientific progress. exerting its dominance across diverse fields. It is not surprising that the biomedical sector, particularly healthcare, holds a significant position in the interests of scientists in this field. A comprehensive revolution has unfolded, leading to the development of highly precise techniques for early disease diagnosis and tumour detection. Moreover, advanced types of sophisticated detection devices have been developed for

understanding and analysing the structure of human ribonucleic acid (RNA) and viruses, providing intricate details of human life.

Keywords: Nanotechnology, biotechnological revolution, medicine, biology, scientific progress

مقدمة:

يعتبر العصر الراهن، عصر التحوّلات الثورية الكبرى، في ميدان التقنية، والتكنولوجيا، حيث شهد ثورات علمية كبيرة، عبّرت عن براديغمات لم تشهد لها البشرية مثيلا، في القوة والعنف، والدفق المعرفي والعلمي، من بينها " الثورة البيوتكنولوجية" Biotechnological revolution التي تعتبر الأكثر تميزا وتفردا وحضورا، لاعتبارات كثيرة لعلّ أبرزها، تعامل مع الحي والحياة، على تعقيدها، هذا البراديغم العلمي الجديد الذي أراد أن يصل إلى أدق تفاصيل الحياة ، خاصة البشرية منها، باحثا عن آفاق تجلّت من خلال الكثير من الأبحاث التي أحاطت بالجسم الحي، من الهندسة الوراثية Genetic Engineering ، إلى الجينوم البشري Genom، وتحسين النسل Eugenics والاستنساخ Cloning ، نقل وزراعة الأعضاء Organ Transplantation ، تمديد الحياة، أو إطالة العمر، من خلال الطب المضاد للشيخوخة Anti-ageing Medicine ، وغيرها من المنجزات التي شكّلت تحديا يحمل معه الكثير من الآفاق والمنعرجات، في ميدان التطور والتقدم.

هذه التمظهرات جعلت الثورة البيوتكنولوجية تستفيد، من كل التقدم المتاح في ميدان العلم، بما فيها الفيزياء، والرياضيات، والكيماء، في العلوم الطبيعية وغير الطبيعية، باحثة عن الإحاطة بكلّ مجالات الحياة، والوصول إلى أدق تفاصيلها، والدقة ارتبطت بتكنولوجيا جديدة، ظهرت في سياق التقدّم العلمي في عصر ثورة العلوم الحيوية؛ هي " تقنية النانو" Nanotechnologyالتي استحدثت في مجال العلوم لتدلّ على الجزء من المليار، أو من الألف مليون، حتى وصلت من الدقة ما قيل عنه، أنّ قطر شعرة إنسان يساوي خمسون ألف نانومتر، وراحت توظّف في كل مجال ممكن؛ في الطب وصناعة الأدوية والعقاقير والحفاظ على البيئة، فاستفادة منها الثورة التكنولوجية وعن هذه الاستفادة ظهرت مسمى Bionanotechnology التي تمكّن العلم من تصميم تقنيات جزئية ذرية دقيقة، هذا هو معنى الحديث عن أدق تفاصيل الحياة خاصة البشرية منها، هنا سيحدث التقدم الكبير، في الوقت الذي حدث الاتصال والتلاقح، وعن هذا التلاقح نتساءل:

كيف استفادت الثورة البيوتكنولوجية من تطورات تقنية النانو؟

ما هي معالم الالتقاء، ومناحي التقدم والتطور؟

لمعالجة هذه الإشكالية ارتأينا المرور على ثلاث عناصر أساسية:

أولا-الثورة البيوتكنولوجية فَرْشٌ في الوجود والتطور.

ثانيا-تجلّيات الثورة البيوتكنولوجية

ثالثا-من الثورة البيوتكنولوجية إلى تكنولوجيا النانو حيوية، معالم الالتقاء ومناحي التقدم

أولا: الثورة البيوتكنولوجية فَرْشٌ في الوجود والتطور

الثورة البيوتكنولوجية، لم تحدث دفعة واحدة، بل جاءت تدريجيا من خلال مجموعة من التحوّلات الثورية الكبرى، ارتبطت أساسا بالتقدم العلمي، والتكنولوجي الكبير في ميدان التكنولوجيا الحيوية والذي كان سببا في حدوث ثورات علمية أخرى على غرار ثورة الفيزياء، الناتجة هي الأخرى عن الثورة الصناعيةThe Industrial- Revolution والتي قدّمت نتائج مذهلة على مستوى الصناعة؛ إذ تمكّن العلماء من الإحاطة بحيثيات العالم الماكروسكوبيMacroscopic ، وفي الوقت نفسه أتيح لهم الإطلاع التجريبي والعلمي على العالم الميكروسكوبيMicroscopic بصورة لم يكن للإنسان أن يتوقعها تماما، ومع هذا الفتح العلمي الكبير توجّهت أنظار العلماء نحو عالم أكثر دقة، وتعقيدا وعمقا من العالم الفيزيائي هو عالم الحياة، المرتبط بأبحاث الطب والبيولوجيا.

لتصبح الثورة البيوتكنولوجية، في علاقة مباشرة مع عالم الحياة، تدرج من خلالها العلماء، حتى وصلوا بفضل الوسائل التقنية الدقيقة؛ إلى التحكم في كثير من صور الحياة بما فيها، الجسم البشري الإنجاب، والوراثة Genetics، واستنساخ الحيوانات، ولما لا استنساخ البشر، وتهجين النبات Hybridization ، وتوفير الغذاء وسلامته، وهي مجموعة من الأبحاث ارتبطت نتائجها في ظاهرها بمجموعة من الآفاق الجديدة للحياة الانسانية، للتخلّص من المشكلات التي مثلت عائقا كبيرا أمام الإنسان ، خاصة المتعلقة بالصحة والمرض والغذاء.

1. بين التكنولوجيا الحيوية والثورة البيوتكنولوجية:

إنّ الثورة البيوتكنولوجية مرتبطة أساسا بجملة التحوّلات الثورية التي حدثت في ميدان التكنولوجيا الحيوية، والتي عرفت تدرجا في التطورات، بفعل تقدم الوسائل، ثم تنوعها، ثم بسط المجال للتقنية على لتمتلك سلطة، تدفعها إلى الإتيان بالجديد، الذي يقودها إلى البراديغمات المؤسسة للثورة العلمية، لهذا فإن البحث في ماهية الثورة البيوتكنولوجية، ما هو إلا بحث في المفهوم الذي شكّل أساسها، وهو التكنولوجيا الحيوية، التي ترتبط بالتطور الكبير الذي حصل في ميدان الطب والبيولوجيا، وهما المجالين الأكثر إرتباطا بالكائن الحي، وحضورا في آفاق الحي والحياة.

ويجدر الإشارة أوّلا إلى أنّ موضوع التكنولوجيا الحيوية على تشعبه، وترامي حدوده، من الصّعب جدّا وضع حدود له، أو رسم تعريف جامع مانع، إذ نجد في تشعبه التكنولوجيا الحيوية الحمراء المتعلقة بالطب، والتكنولوجيا الحيوية الخضراء المتعلقة بالغذاء والزراعة، والتكنولوجيا الحيوية البيضاء المتعلقة بالصناعات الكيمياوية، والتكنولوجيا الحيوية الزرقاء المتعلقة بالبيولوجيا البحرية، ومهما يكن هذا التشعب فقد جاءت هذه التكنولوجيا الجديدة من أجل غايات حيوية مهمة ستثير الكثير من الأسئلة فيما بعد منها: علاج الأمراض، والإعاقات لملايين المصابين، وتوفير الغذاء، وتحسين البيئة، وتنمية القدرات البشرية الجسدية والعقلية، وتأخير الشيخوخة، أي إطالة الحياة، وجعل الموت اختياريا أو تسهيله والتخفيف من المعاناة وغيرها من المستحدثات الأخرى (Peacock, 2010, pp. 3-4)

وبالتالي غزو ميادين كثيرة من الزراعة إلى الحيوانات على تنوع أشكالها، فضلا عن البيئة ودون أدنى شك ستغزو عالم الإنسان بقوة، بحثا عن معالم التميّز فيه، والتي ستصنع الكثير من المستحدثات الجديدة، لتكون بالفعل ثورة علمية، تحمل بين طياتها كثيرا من الثورات المتميزة هي الأخرى، وهذا المظهر يؤكّد على أن التكنولوجيا الحيوية، تشكّل الأساس المتين الذي قامت عليه الثورة العلمية، وذلك من خلال تطوّرها، وغزوها لكثير من الميادين العلمية، وارتباطها بمسائل متعددة، على غرار الغذاء والصحة والمرض، فالتكنولوجيا الحيوية هي صناعة تقتحم جميع المجالات الحيوية، فنجدها

في الزراعة والتغذية والحيوانات والإنسان، وهدفها يرتبط بكل ما له علاقة بالتحسين، فهي نوع من التطور الحيوي جاء ليقضي على الأمراض، ويحافظ على سلامة الإنسان وصحته، ولكنه مجال واسع، قد تتجاوز فيه الأبحاث حدودا قد تؤدي إلى مجموعة من المشكلات نظرا لغزوه أدق تفاصيل الحياة، بما فيها حياة الإنسان.

واتجه آخرون إلى التأكيد أن الثورة التي حدثت في فهم الإنسان، للآليات الجزيئية الكامنة وراء الحياة ولا سيما تلك المتعلقة بالحمض النووي، والمادة الوراثية الأولية التي أدّت إلى التلاعب بالجينات، هذه التحوّلات والمعارف الجديدة، والقدرة على التلاعب هي ما يسمى التكنولوجيا الحيوية (Bryce, p. 22) هو ما جعل بعض المهتمين بهذا الحقل يؤكدون أنّ : التكنولوجيا الحيوية ليست في حد ذاتها منتجا، مثل الالكترونيات الدقيقة Microelectronics، بل مجموعة من التقنيات التي تفتح المجال من أجل تطبيقها في كثير من الميادين الصناعية بغرض صناعة المستقبل أو كما ذكر " ماك كورميك" Mc Cormik محرر سابق في مجلة " التكنولوجيا الحيوية"؛ لا يوجد شيء إسمه التكنولوجيا الحيوية، بل هناك تكنولوجيات حيوية، ولا توجد صناعة التكنولوجيا الحيوية، بل هناك صناعات تعتمد على التكنولوجيا الحيوية للحصول على منتجات جديدة، وميزة تنافسية (Smith, p. 4)

فهي قاعدة هامة، وفعّالة لكثير من الصناعات الأخرى، فضلا عن إتحادها وبناءها لعلاقات مع صناعات أخرى ستقتحم الكثير من المجالات التي تساعدها على التطور والتقدم، تعقيد كبير في شبكة من التحولات التي من شأنها أن تعبر عن ثورة علمية، ستقتحم صناعات أخرى من أجل التأثير ولاستفادة، على غرار ما سيحدث في ميدان الصناعة النانوية، حيث ستتشكل اتحادات –إن صح التعبير- لإنتاج مستحدثات جديدة، تخلق ثور علمية جديدة.

لهذا فإن صناعة التكنولوجيا الحيوية، يدعمها مجموعة من التقنيات البيوكيميائية Biochemistry الفيزياء الحيوية Biophysics والجزيئية إلى جانب تكنولوجيا المعلومات Information Technology وغيرها من العلوم تمكن العلماء المتخصصين في هذه التكنولوجيا، من تطوير عقاقير جديدة ولقاحات متعددة، بالإضافة إلى منتجات غذائية ومستحضرات التجميل، والمواد الكيميائية المفيدة صناعيا وتطوير مجموعة من المحاصيل التي تقاوم الأمراض والآفات، والظروف البيئية (A.J. Nair, 2006, p. 4).

في الأخير: إن البيوتكنولوجيا في حد ذاتها ثورة علمية، تسعى دائما إلى فتح آفاق جديدة للإنسان، بنيت على كثير من العلوم التي ساهمت بطريقة مباشرة وغير مباشرة في نشوئها وتطورها، ومع هذا التداخل الذي شهدته في المعارف، تمكنت من أن تعبر عن تقدم كبير في ميدان العلم، في صورة تدفق كبير للمعارف، وإنتشار واسع للتقنيات الجديدة والمستحدثات الغريبة بطريقة تجاوزت حدود العقل البشري، وأثارت إعجابه، لتلتحق بمصاف الثورات العلمية، التي احتلت مكانة مرموقة في تاريخ الفكر العلمي، وصارت تشكل حقلا هاما في إطار المعرفة الانسانية، خاصة منذ مطلع القرن العشرين.

2. نشوء متراكم وبراديغم مميز:

منذ القرن التاسع عشر(19) فرض العلم سيطرته الشاملة على الحياة الانسانية، هذه السيطرة أفضت إلى انتشار التقنية بصورة كبيرة، عبّرت عن حجم التقدّم العلمي والتكنولوجي، الذي لا طالما ارتبط بمجموعة من الثورات التي حدثت في ميدان العلم، وان اختلف مؤرخوا العلم في عددها إلى أنّ: هناك ثلاث ثورات صناعية أو تقنية أكثر حضورا في

تاريخ الفكر العلمي، الثورة التقنية الأولى في القرن الثامن عشر (18) والتي تمحورت حول استخدام الفحم، وتزامن معها اختراع الآلة البخارية، هذه الأخيرة هي المحرّك الأوّل والأخير لعجلة الاقتصاد، وتبع ذلك ظهور الطباعة، التي ساهمت في انتشار المعرفة بصورة سريعة مع تعميم التعليم، وصاحب ذلك تخطيط المدن وتنظيمها، وارتبطت الثورة التقنية الثانية في القرن التاسع عشر (19) باكتشاف البترول والكهرباء، وهو ما ساهم في انتشار الرأسمالية عبر العالم أما الثورة التقنية الثالثة، فعملت على الاستفادة من التطورات، التي حصلت في الثورتين السابقتين وعرفت ظهور موارد جديدة للطاقة (سبيلا، 2017، صفحة 65)

ويعتبر الباحث الأمريكي صاحب التقسيم لهذه الثورات الصناعية" جريمي رفكين" Jermy Rifkin أن الثورة الصناعية الثالثة: هي آخر الثورات الصناعية العظيمة، حيث ستقوم بدمج منجزات الثورتين السابقتين؛ فمثلا عمليات الشركات التقليدية، والمركزية التي ترافقت مع الثورتين السابقتين ستكون ضمن الممارسات التجارية المنظمة، التي تميز الثورة الصناعية الثالثة، إنّها ثورة تمتلك العلم والتقنية والاستراتيجية التي يمكن أن توصل العالم إلى حقبة ما بعد الكربون (رفكين، صفحة 12،13.) وخلال هذه المرحلة بالذات، عرف علم الأحياء المجهري تقدمه وتطوره، ومعه تقدم التقنية الحيوية ذلك أنّ :"التقانات الحيوية الحديثة هي وليدة علم الأحياء المجهرية، وهي تطورت بشكل ملموس في أواخر القرن التاسع عشر كما قدّمت الحربين العلميتين الأولى والثانية في النصف الأوّل من القرن العشرين التحدّي الأكبر لعلماء الأحياء المجهرية، والكميائيين والمهندسين لإنشاء التقنية الحيوية الصناعية، التي تعتمد على عديد المنتجات، وخلال هذه الفترة ظهرت اكتشافات، وتطورات كثيرة، وأصبح المسرح جاهزا للتقانة الحيوية القائمة على الهندسة الوراثية، والهندسة الخلوية" (شميد، 1988، صفحة 20)

فمنذ الثورة الصناعية الثالثة، زادت سرعة الأبحاث العلمية، وهو ما ساعد التكنولوجيا الحيوية على التقدم خطوات معتبرة نحو الثورة العلمية، إذ؛ " شهدت تسعينيات القرن العشرين تقدّما لافتا في علوم الوراثة والجينات، خصوصا في مشروعات التعرّف إلى التركيب الجيني، لعدد من الكائنات الحية مثل خميرة الخبز والفأر، وذبابة الفاكهة، وتوّجت هذه الجهود بالكشف عن التركيبة الجينية الوراثية للإنسان وتلك الإنجازات، ولدت طوفانا من العلوم المتطورة في ميدان الحياة" (قابيل، 2017، صفحة 9) هذا من جهة ومن جهة أخرى؛ " تعتبر الإنجازات العلمية التي سطعت في منتصف القرن العشرين من اكتشاف طبيعة المادة الوراثية، ...اللّبنات الأولى في تطور التكنولوجيا الحيوية، لتصل إلى مفهومها الحالي حيث نتج عن هذا الاكتشاف تطور مذهل في علوم الوراثة، والكيمياء الحيوية أدّى إلى تغيّر كبير في كثير من أساليب تناول حقائق العلوم الأساسية، وبالتالي تطور التكنيكات البحثية المستخدمة في التكنولوجيا الحيوية، وأخيرا ظهور التكنولوجيا الحيوية المتقدمة" (مرسي، 1993، صفحة 23).

ثانيا-تجلّيات الثورة البيوتكنولوجية (بعض النماذج):

تجلّت الثورة البيوتكنولوجية من خلال مجموعة من التطبيقات، هي الأخرى في حدّ ذاتها ثورات علمية جديدة، عبّرت عن مجموعة من التطورات التي حصلت في ميدان البيوتكنولوجيا فالتكنولوجيا الحيوية عبارة عن مجموعة من التقنيات التي تشكل في مجملها، تكنولوجيات حيوية خاصة مع اشتداد الأبحاث وتدفق المعارف، واجتماع الاكتشافات شكّلت وحدة كاملة، اجتمعت في الثورة، فهي ليست منعزلة عن بعضها بعضا، بل كلّ واحدة تؤدي إلى الأخرى،

وتساهم في ظهورها، فمثلا الهندسة الوراثية لعبت دورا هاما في ظهور الاستنساخ الحيوي، وهذا الأخير لعب دورا هاما في ظهور تقنيات الإنجاب الاصطناعي وهكذا، وفي هذاالسياق سنذكر بعض النماذج التي تعبر عن تجلي هذه الثورة.

1. الهندسة الوراثية الصورة العليا لتطبيقات الثورة البيوتكنولوجية :

إنّ هذا المجال يعتبر أكثر المجالات خصوبة ضمن تطبيقات الثورة البيوتكنولوجية، نتيجة للتطورات الكبيرة التي شهدها، وهو التطوّر الذي تمخّض عنه مجموعة من التقنيات الأخرى التي شكّلت الميادين التي اشتغلت عليها البيوتكنولوجيا، والتي ساهمت في تطورها الكبير حتى بلغت آخر حدود الثورة العلمية وإن ارتبطت هذه التقنية في بدايتها بهندسة النبات والحيوان، إلاّ أن العلم اتجه نحو ميدان آخر أكثر تعقيدا هو الإنسان، ليتحدث العلماء، عن هندسة الكائن البشري، من خلال ولوج عالم الجينات واكتشاف أسرار الوراثة، كطريق مسؤول ، عن بناء الإنسان الذين كان يعتبر مجهولا، ثم تتسع آفاق البحث العلمي، لتبلغ من خلال هذه التقنية، أدق تفاصيل الحياة البشرية.

ومصطلح "الهندسة الوراثية" يطلق على التكنولوجيا، التي تستخدم في معالجة الجينيات واستنساخها مستخدمة الحمض النووي الريبي، الذي يمكنها من الحصول على المعلومات الوراثية وبالتالي إمكانية التعديل الوراثي، كما أنّها تكنولوجيا لها علاقة قوية بعلم الوراثة، والتلاعب بالجينات هذا الأخير الذي يمكن أن يكون له قيمة كبيرة على مستوى البحوث الأساسية، المتعلقة بالكشف عن بنية الجينات ووظيفتها فضلا عن إنتاج البروتينات المفيدة، كما يمكن من خلالها توليد الحيوانات والنباتات والانتقال إلى مجال الطب، من خلال التشخيص المبكّر والعلاج الطبي (Nicholl, 2002, pp. 1-2)

من أمثلة ذلك؛ تستخدم الهندسة الوراثية كوسيلة لاكتشاف وراثة الأفراد، حيث يتم إجراء الاختبارات الجينية، على مجموعات من الأفراد، منهم الأطفال الذين لم يولدوا بعد، أو ما يسمى اختبار ما قبل الوراثة، لتحديد الصفات الوراثية لهم، وتجنّب التشوهات والأمراض القاتلة، حتى على الأطفال الصغار حديثي الولادة، كما تجرى على البالغين الذي يرغبون في معرفة ما إذا كانوا قد ورثوا صفات وراثية معينة لمرض قد يحدث لهم في وقت متأخر، من حياتهم، وبالتالي إطالة الحياة، واختبار ما إذا كان هؤلاء البالغين يستطيعون نقل مرض وراثي لذرياتهم ، (LeVine, 2006, p. 49)، وهذه الأبحاث منذ ظهور تقنية الهندسة الوراثية قد انتشرت كثيرا، بفضل تقدم الوسائل التقنية والعلمية الدقيقة، وساهمت في علاج مختلف الأمراض، من خلال تشخيصها في وقت مبكر، قبل أن تبلغ مداها، ثم علاجها بصورة تمكن الإنسان، من نيل قسط كبير من الصحة.

وقد ظهرت الهندسة الوراثية متكاملة بفضل مجموعة من التطورات التي حدثت في ميدان العلم وهي التطورات التي نتج عنها ثورة في هذا المجال، إذ نجد الثورة الأولى، وهي ثورة اكتشاف أسرار المادة الوراثية "الدنا"، حيث قام العلماء بتحديد تركيبه الكيميائي، وفي السياق نفسه اكتشفت الشفرة الوراثية للإنسان، وهو بمثابة الاكتشاف الهام في تاريخ العلم، ثم ثورة اكتشاف إنزيمات التحديد Restriction Enzymes وفيها تم اكتشاف إنزيمات التجميع أو البلمرة، وإنزيمات القطع المتخصصة، وإنزيمات النسخ وهذا أدى في النهاية إلى تناول المادة الوراثية المتعلقة بالجينات، في مخطط كامل (سواحل، 2004، الصفحات 21-22)

إنّه فتح كبير في ميدان العلم، تمخّض عن التقدم الكبير الحاصل في ميدان الوراثة، التابعة بصورة كاملة لإنجازات التكنولوجيا الحيوية، ومع التقدّم الحاصل في ميدان الهندسة الوراثية عرفت البيوتكنولوجيا طريقا آخر في ميدان التقدم العلمي، وأصبحت الأبحاث الكبيرة تظهر في كل لحظة وكلّما ظهر اكتشاف جديد ظهرت معه النقاشات، وكلّما زادت النقاشات كلما اتجهت البشرية نحو تغيير المفاهيم، ومن الأبحاث الهامة في هذا السياق نجد:" مشروع الجينوم البشري".

2. مشروع الجينوم البشري والنظرة الجديدة للإنسان.

المشروع الذي حوّل البشرية من سؤال المادة إلى سؤال الحياة، وهو التحوّل الذي لم يكن عاديا تماما، يقول الأستاذ في جامعة " هارفارد" Harvard " ريتشارد ليونتين" Richard C. Lewontin في كتابه " حلم الجينوم البشري، وأوهام أخرى" The Dream of the Human Genome and Other Illusions "لم يكن التحول من علم كالفيزياء إلى علم كالبيولوجيا مجرد تحوّل، إنّه إنّما يعكس نظرتنا العامة لما نريد أن نعرفه عن العالم... لكن ما نودّ حقّا أن نعرفه هو: السبب في أن يكون البعض منّا أغنياء والبعض فقراء، في أن يكون البعض منا مرضى، والبعض أصحاء، ولماذا لا أستطيع الاحتفاظ بالقدرة الجنسية حتى سن المائة" (ليونتين، 2003، صفحة 13)

يحيلنا هذا القول إلى فكرة هامة وهي: أنّ هذا المشروع سيدعم يقينا السعي الدائم من طرف العلماء إلى اكتشاف أسرار الحمض النووي، وفكّ الشفرة الوراثية للإنسان، وهي البحوث التي ستمكن في النهاية من تحقيق أحلام متعددة- إن صح تعبيرنا- من بينها التنبؤ بمستقبله، وتحديد شكله، وتحسين نسله والحفاظ على الصحة والأمن والغذاء، ودرء المرض، وتأخير الموت أو تعجيله، وبالتالي التحكم في البناء الجيني للإنسان، وضبط التركيب الكيماوي للحمض النووي والنتائج ستكون قيّمة، وهذا ما يؤكد أنّ: " التباينات في الجينوم، والتنويعات المختلفة المحتملة للجينات...تخلق هذا التنوع اللانهائي الذي نراه بين أفراد النوع الواحد، إنّ النجاح أو الفشل الصحة أو المرض، الجنون أو العقل، القدر على اغتنام الفرص أو تركها، كل هذا تحدده جيناتنا، أو هي على الأقل تؤثر فيه تأثيرا كبير" (ليونتين، 2003، صفحة 123)

هنا يمكن الإجابة فعلا على الأسئلة المطروحة، وبفعل هذا سيتمكن الإنسان من تنجب المرض، ليعيش الصحة وفق آماله وطموحاته، كما أنّه سيتمكن من إطالة حياته بصورة رائعة بعيدا عن الألم ، ليتمكن بذلك من تأخير الموت، أوتسهيله وفق ما يريد، والحفاظ على مختلف قدراته، إذ ستفتح له آفاق كثيرة متعددة ومتنوعة، تتأرجح بين السهل والصعب والمعقد، لكن سيحص عليها في النهاية، آفاق بفضل البحث العلمي المتطور والمتقدم، من شأنها أن تجعل الخيال حقيقة، والوهم يتجسد على أرض الواقع كل ذلك بفضل فك الشفرة الوراثية للإنسان، التي ستمكن المشتغلين عليها من الإطلاع على جميع تفاصيل الحياة البشرية.

إنّ" الجينوم البشري" نوع من السيرة الذاتية التي تمتلك تاريخ أصولنا ومكوناتنا، وطريقة تطورنا وطبيعة عقولنا؛ يقول المفكر البريطاني " مات ريدلي"Matt Ridely:" وبدأت أفكر في الجينوم البشري بما يحق له كنوع من السيرة الذاتية، تسجيل مكتوب بنزعة ذاتية، فيه كلّ التقلبات والابتكارات التي ميّزت تاريخ نوعنا، وأسلافه منذ مطلع فجر الحضارة "، وفي ذلك محاولة لاكتشاف أسرار الحياة البشرية. (ريدلي، 2001، صفحة 8)

وتعتبر سنة 1990 الانطلاقة الرسمية لهذا المشروع، وفي سنة 2001 تم نشر المسودة الأولى له Draft Sequence في مجلة الطبيعة البشرية، وفي مجلة العلوم الأمريكية، وعرفت هذه المسودّة، ردودا أفعال عديدة من طرف مختلف شرائح المجتمع، ومن ردود الأفعال سُجّل هذا التصريح للعالم الحائز على جائزة " نوبل" في الطب والفسيولوجيا لعام 1975 " ديفيد بالتيمور" David Baltimour الذي يقول : " لقد رأيت خلال الأربعين سنة المهنية من عمري بعض الاكتشافات المثيرة والرائعة، إلاّ أنني شعرت بقشعريرة غريبة تهزّ جسدي، عندما قرأت لأول مرّة المقالة التي تصف مخطط الجينوم البشري، وللعلم فإن تلك المقالة لم تجب عن بعض الأسئلة الحساسة، التي يطرحها العلماء، ولكن مع كل ذلك، فإنّها فتحت المجال أمام تطوير فرع جديد لعلم الوراثة؛ الذي يركّز على دراسة بنية الجينوم بشكل مفصّل وهو علم الجينوميكس Genomics" (الخلف، العصر الجينومي، إستراتيجيات المستقبل البشري، 2003، صفحة 75)

ومن فوائده الكبيرة، تمكّن العلماء من خلاله إبداع تقنية جديدة يطلق عليها اسم " الطب الجينومي" Genomic medicine الذي يعتمد على المعالجة الجينية، من خلال مكافحة المرض عن طريق إدخال الجينات السليمة، والتخلص من الجينات المريضة، أو استبدال المعطلة منها، وإصلاحها حتى تستطيع العمل من جديد، وقد أكّد الباحثون في هذا المجال أن التقدّم الكبير في ميدان التكنولوجيا الحيوية، مكّن من فهم لغة الجينوم ومكوناته، وهو ما مهّد لولادة هذا الفرع من الطب، والذي يتوقع أن يحمل فوائد كبيرة للبشرية، من خلال التشخيص الفائق الدقيق للأمراض، فضلا عن امتلاك القدرة على التنبؤ بالمرض ومستقبله، وبهذا سيتمكن الفرد من معرفة قائمة الأمراض التي سيصاب بها في حياته مسبقا، إعتمادا على تركيبة الجينوم عنده (الخلف، العلاج بالجينات، آفاق مستقبلية، 2006، الصفحات 52-53)، وميلاد هذا الفرع كذلك تعبير عن ثورة علمية جديدة، ومتى تعددت الثورات في هذا السياق وتداخلت، يتبين بصورة واضحة اتجاه العلماء نحو فهم أدق تفاصيل الحياة الإنسان، ومن ثم الكشف عن أسرارها، لهذا يمكن القول أن هذا المشروع الذي تمخض عن التقدم الكبير في ميدان الهندسة الوراثية، تعبير عن التدفق الكبير في المعارف على مستوى الثورة البيوتكنولوجية، وإن هذا التدفق سيساعد الإنسان كثيرا على حل مشكلاته، خاصة على مستوى المرض.

3. الاستنساخ الحيوي والخلايا الجذعية:

يعتبر " الاستنساخ الحيوي" من المظاهر البارزة في ميدان " الثورة البيوتكنولوجية" كتعبير عن التقدم الكبير الذي حدث في ميدان الطب والبيولوجيا، وقد تركت هذه التقنية مجموعة من المستحدثات الجديدة، غيرت النظرة إلى الحياة عامة، وإلى الإنسان خاصة، فلم يعد الأمر متوقفا عند إصلاح الخلايا أو استبدالها، أو السعي إلى اكتشاف أسرار الوراثة، بل تجاوز ذلك إلى صنع صور طبق الأصل لأي كائن متوفر، وعلى مستوى النبات قد لا يترك أثرا هاما، كذلك الذي يتركه على مستوى الحيوان.

1.3. الاستنساخ الحيوي فتح جديد في ميدان الثورة البيوتكنولوجية:

يشير مصطلح الاستنساخ الحيوي إلى العملية التي من خلالها يتم الحصول على صورة طبق الأصل من خلية واحدة، أو مجموعة من الخلايا، تتشكل من خلية واحدة، نتيجة سلسلة من الانقسامات الخلوية المتتالية، والمتواترة، وقد ظهر هذا المصطلح نتيجة التقدم الذي حصل في ميدان الطب البيولوجيا (court, pp. 212-2013) والهدف من ذلك مضاعفة الكائنات الحية بطريقة متماثلة، وذلك من خلال انتاج كائن حي كامل، والحصول على نسخة أصلية متطابقة وراثية، أوإعادة انتاج الحمض النووي للحصول على نسخة واحدة أو أكثر، وقد طبقت التقنية على الحيوانات والنباتات،

ومن أجل استنساخ حيوان لابدّ من استخدام البويضات المستأنسة التي يتم فيها زرع نوع الخلايا المتمايزة وقد نجحت مع أنواع معينة من الحيوانات، مثل الأغنام والأبقار، القرود والخنازير، القطط، الكلاب الفئران، الجرذان، الأرانب (Nicolle, p. 136).

ويعتبر القرن العشرين قرن الفتوحات العلمية الكبيرة، خاصة في ميدان الاستنساخ الحيوي حيث تمكّن العلماء من استنساخ النعجة التي سميت " دولي" Dolly على يد العالم " إيّان ويلموت" Iyan Wilmut واعتبر هذا الإنجاز خطوة عملاقة في ميدان تكنولوجيا الإنجاب، ومن الغرابة ألاّ يصدر عن معاهد أو مخابر متخصصة في علوم البيولوجيا أو الهندسة الوراثية، بل عن مزرعة لتربية الحيوانات، تحوّلت فيما بعد إلى معهد، وقد جلب معه مشكلة خطيرة، أثارت أسئلة متعددة عن المخاطر البيولوجية، التي يمكن أن تنتج من الاستنساخ التوالدي، ولذلك عندما أصيبت النعجة بالتهاب رئوي، دفع العلماء إلى إنهاء حياتها، ورغم ذلك إلاّ أن العالم بعد موت النعجة " دولي"، عرف هجوما كبيرا للمخلوقات المستنسخة، إذ أنه عرفت عملية الاستنساخ انتشارا كبيرا وواسعا وأشهرها تمكن علماء من جامعة " هاواي"University of Hawai'i من استنساخ 50 فأرا تمثل ثلاثة أجيال (شاهين م.، الاستنساخ نهاية عصر الرومانسية،، 2006، الصفحات 338-339) .

فظهرت إمكانية كبيرة لاستنساخ العديد من الحيوانات، ومعه ظهرت إشكاليات متعددة ونقاشات حادة، حول هذه التقنية التي صارت متاحة بصورة كبيرة باعتراف " إيان ويلموت" في حدّ ذاته، إذ يقول في هذا السياق:" إن مصطلح يستنسخ clone المشتق من الكلمة اليونانية Tlwg بمعنى ما يدل على مجموعة من الكينونات المتماثلة، كانت " دوللي" تقريبا متماثلة جينيا مع خلية مأخوذة من نعجة تبلغ من العمر ست سنوات...وبينما نفترض الآن أنه من الممكن استنساخ حيوانات بالغة فإن مولد" دوللي" قد صدم بعض الذين أمعنوا التأمل في عواقب التكاثر، دون أي دور للممارسة الجنسية" ، فالعملية ناجحة إلى حد بعيد، وبنسبة كبيرة فقد تمكن العلماء من تطبيقها على أكثر من حيوان، ولكن الاشكال أصبح مرتبطا بالتكاثر دون الممارسات التقليدية له، وما هو أخطر اتجاه العلماء، نحو استنساخ الإنسان (هايفيلد، 2010، صفحة 10).

2.3. الخلايا الجذعية:

من تجليات "الثورة البيوتكنولوجية" نجد؛ أبحاث الخلايا الجذعية التي تمخّضت عن التجارب الكبيرة التي أقيمت في ميدان الاستنساخ الحيوي، خاصة العلاجي منه، الذي اعتبر أسلوبا لخلق الخلايا الجذعية التي تساهم في تعويض الخلايا التالفة، وهذا من شأنه أن يحقق الشفاء لكثير من الأمراض الواقعة والمحتملة، فما هي الخلايا الجذعية؟

الخلايا الجذعية: عبارة عن خلايا تملك قدرة فائقة على الانقسام، وإنتاج نسخ جديدة ومتمايزة لها هذا التمايز يمكنها من أن تشكل كل أنواع خلايا الجنين والبالغين، وقد تكون الخلية الجذعية ذات قدرات متعددة Multipotent ، وأنّها تستطيع أن تشكّل كثيرا من خلايا أنسجة الجسم، وقد تكون وحيدة القدرة Unipotent وهي التي يمكنها أن تنتج نوعا واحدا من الخلايا الأخرى، فمثلا الخلية الجذعية مولّدة المني أو بذرة النطفة Spermatogonia هي خلايا وحيدة القدرة كونها تستطيع فقط إنتاج المني، والخلية الجذعية نجد فيها نوعان: نوع متعلق بالجنين، وتسمى الخلايا الجذعية الجنينة، ونوع نجد فيه الخلايا الجذعية بالغة، والأولى تكون مستمدة من جنين مبكر جدا، والمقصود هنا تظهر بعد إخصاب الولادة، أمّا الثانية فتأتي مباشرة في أنسجة الولادة (مومري، 2016، صفحة 7)

وتقدّم الخلايا الجذعية في مختلف الدوائر الطبية، وفي وسائل الإعلام على أنّها معجزة يمكنها أن تحقق المستحيل، عند إعطائها لمريض مصاب بمرض خطير، حيث تمكّن للعلماء من إعادة بناء الأنسجة التالفة، ثم يجعلون المريض يتعافى، ورغم هذا الطرح الشائع إلاّ أنّ هناك من يعتبره بعيدا تماما عن الواقع، والطب الحديث، لابد أن يقوم على الفهم العلمي الجيد لخصائص هذه الخلايا، كونها تتكاثر وتتمايز ولها القدرة على الاستمرار مدّة طويلة، ثم يجب إيجاد البيئة السليمة من أجل نموها النمو السليم (Slack, p. 1) فالأمل الذي يضعه الكثير في هذه الخلايا ربما، يصطدم بحقائق كثيرة ومثيرة للجدل، والطبّ ما دام في تجدد مستمر لابد من إعادة النظر في مثل هذه المستحدثات، من خلال الفهم السليم لخصاص هذه الخلايا، وطريقة عملها قبل الدخول في إنتاجها، وتحصيل ما يستعمل لاستبدال المعطوب منها في جسم الإنسان، ولا شكّ أن القارئ لهذه المنجزات، سيجد أن هناك تقاطعا كبيرا بينها وبين تقنية النانو، فيما بعد، وهو التقاطع الذي يرتبط فيالنهاية بالصحة والمرض.

ثالثا-من الثورة البيوتكنولوجية إلى تكنولوجيا النانو حيوية، معالم الالتقاء ومناحي التقدم:

إنّ تقنية النانو أحد التكنولوجيات التي سجّلت حضورها بقوة، في ظل التقدم الكبير للعلم في العصر الراهن، إذ نجدها قد فرضت سيطرتها على كل المجالات الممكنة، وليس من الغريب أن يحتل القطاع الحيوي خاصة الصحي منه، مكانة هامة ضمن اهتمامات علماء هذه التقنية، خاصة مجال الطب، فقد ظهرت ثورة شاملة، تم من خلالها تطوير تقنيات دقيقة جدا، تتعلق بالتشخيص المبكر للأمراض والكشف عن الأورام، فضلا عن تطوير أنواع جدّ متقدمة من الأجهزة الدقيقة الكاشفة التي تستعمل في فهم وتحليل بنية، وتركيب الحمض النووي الريبي للإنسان، والفيروسات من أجل الوصول إلى أدق تفاصيل الحياة الانسانية (الاسكندراني، طب النانو سلاح القرن لقهر الأمراض المستعصية، 2018، صفحة 31)

وقد ظهر مسمّى تقنية النانو عام 1974 عن طريق البروفيسور "نوريو تانيقوشي"Norio Taniguchi من جامعة "طوكيو" University of Tokyo في ورقته العلمية المنشورة في مؤتمر الجمعية اليابانية للهندسة الدقيقة، حيث أراد من خلالها أن يصل إلى مصطلح يشير إلى دقة هندسية متناهية، تتجاوز العالم الميكروسكوبي، وعالم الميكرومتر Micrometer والكائنات الدقيقة وغيرها، وعليه تكون التكنولوجيا النانوية هي نقطة النهاية في هندسة الدقة الفائقة، والمتناهية الصغر (Jeremy، 2009، صفحة 4).

ذلك أنّ: كلمة" النانو" Nanos منحوتة في اللغة اليونانية القديمة، من كلمة تعني " القزم" حيث أخذت إلى مجال العلوم لتدل على الجزء من المليار أو من الألف مليون، وراحت توظّف في كل مجال ممكن؛ في الطب وصناعة الأدوية والعقاقير، والحفاظ على البيئة، من خلال معالجة الملوثات البيئية، وفي مجال الطاقة البديلة، وصنع الخلايا الشمسية (الاسكندراني، تكنولوجيا النانو، من أجل غد أفضل، 2010، الصفحات 17-23)

وفي هذا السياق عرفت التكنولوجيا الحيوية، ظهور مسمى جديد على مستوى الدقة في التعامل مع الكائن الحي يسمى بتكنولوجيا "النانو حيوية" Bionanotechnology التي تمكّن العلم من تصميم تقنيات جزئية ذرية دقيقة لآداء مهام مستعصية، مثل استهداف خلية سرطانية، أو القضاء على فيروس معقد أو التلاعب بأدق الخلايا،وإعادة تشكيلها لآداء مهام واسعة، لصحة الانسان فضلا عن تطوير أجهزة استشعار لتشخيص حالات المرض، قيد الظهور أو التطور،

وإنتاج العلاج المناسب، وبالتالي تمكننا من الوصول إلى أدق تفاصيل الكائنات الحية، إنّها مصممة للكشف عن المواصفات الذرية لها، من أجل السيطرة على المشكلات أو الأخطار التي قد تواجهها (Goodsell, 2003, pp. 5-8).

إذن تكنولوجيا النانو، والتكنولوجيا الحيوية يقومان على عملية التبادل، يطبّقان مجموعة من التقنيات، وعمليات النانو من أجل بناء أجهزة لدراسة النظم البيولوجية، ومعالجة نقائصها المختلفة وهو مجال يتقدم بسرعة كبيرة في كل أنحاء العالم، على كل المستويات، مستوى الهندسة الوراثية والكيمياء الحيوية، والبكتيريا وقد توصّل العلماء في هذا السياق إلى مجموعة من النتائج منها تحويل البروتينات إلى محطات معالجة كيميائية، واستخدامها كأوعية للوصول إلى مختلف الجزئيات والجسيمات الدقيقة (V. Renugopalakrishnan, 2006, p. 1)

كما تقدّم تكنولوجيا النانو تقنيات جديدة، لحاملات الدواء داخل جسم الإنسان، حيث تجعلها قادرة على استهداف خلايا كثيرة متنوعة ومختلفة، منها أدق الفيروسات، وأخطر الأمراض فتكا بالبشرية، على غرار السكري والسرطان، كما أنّ هناك أجهزة استشعار تزرع، في الجسم يمكنها معالجة أمراض كثيرة، مثل زرعها في دماغ إنسان مصاب بالشلل الرباعي تمكّنه من الحركة (الرحمان، 2013، صفحة 43) فالأمر متعلق في النهاية بقضية الصحة والمرض، فهذا الاتحاد بين التقنيتين من شأنه أن يفتح آفاقا جديدة للطب خاصة والعلوم الحويوية عامة، وذلك بالوصول على أكبر قدر ممكن من تشخيص المرض والقضاء عليه، من خلاله توقعه أولا، ثم محاربته، وفي ذلك آفاق جميلة للإنسان تتخلص من مشكلة تؤرقه، ليصنع لنفسه جسرا نحو المستقبل متينا، يحفظ بقاءه.

خاتمة:

لقد وصلت التكنولوجيا الحيوية إلى تطور كبير، يشهد له بالفعل تاريخ العلم الطويل، وأهم دليل على ذلك ظهور ثورة علمية كبيرة هي الثورة البيوتكنولوجية، التي عرفت تدفقا معرفيا كبيرا، لم تشهد له البشرية مثيلا في جميع العلوم، أرادت الإحاصة بكل تفاصيل الكائن الحي والحياة، خاصة الإنسان بل وأكثر من ذلك، تريد الوصول إلى أدق تفاصيل الحياة، فاستفادت من كل تطور علمي، ممكن ومتاح، ترى فيه أنّه يخدمها، على غرار أبحاث تقنية النانو التي ارتبطت أساسا بالأمور المادية، ونقلتها نحو جسم الكائن الحي، خاصة الإنسان، وبالتالي ستتمكن التكنولوجيا الحيوية بفضل هذه التقنية من غزو أعقد التركيبات الحيوية في الجسم، بما فيها جسم الإنسان، وهذا يمكنها من التشخيص المبكر لجميع الأمراض بما فيها الخطيرةوالمستعصية، وصنع العقاقير والأدوية، وتعديل الطبيعة البشرية، بما يتوافق والمتطلبات، بل والطموح، وغيرها من الأبحاث المطلوبة في هذا السياق، وبدورها التكنولوجيا الحيوية مكنت تقنية النانو من غزو ميدان خارج إطار المادة الجامدة، وهو ميدن الظواهر الحية، وهو ما سيمكن هذه التقنية من التقدم أكثر، والرسوخ، واكتساب مكانة هامة في تاريخ العلوم، وكل ذلك دليل كبير على التسارع الذي تتحرك به التقنية، والتجدد المستمر في مجال الأبحاث العلمية وكل اكتشاف جديد في هذا السياق يشكل بدوره ثورة داخل ثورة أخرى.

القارئ لمثل هذه التطورات، سيقف لا محالة أمام التدفق المعرفي الكبير الذي وصل إليها العلم والتطور غير المسبوق التي شهدته التقنية، آتية حاملة من الآفاق، ما يمكن أن يخلص البشرية من مشكلاتها، لهذا فإن هذه المواضيع تحتاج

فعلا إلى مزيد من الاطلاع والبحث والخوض فيها، وإدراك أهميتها وتأثيرها في الحياة الخاصة والعامة، الحاجة الملحة التي تدفعنا إلى وضع مجموعة من التوصيات، التي نقصد بها وطننا العربي منها :

1. مسايرة التطورات الحاصلة في ميدان العلم والتكنولوجيا.
2. ضرورة الاستفادة من مثل هذه التطورات، والبحث فيها، والإطلاع على أسرارها وخباياها.
3. إدراك آفاقها، والتعرف على جمالياتها، والحذر من خطورتها متى صار الإنسان مهددا فيها.
4. ضرورة تهذيب ممارسات العلم على الإنسان، ومراعاة الحدود الفاصلة بينه وبين الآلة.

إنّ البحث في هذه المواضيع يقينا، لهو ماتع بالدرجة الأولى، ومفيد بالدرجة الثانية، لا يجب أن نقف عند التعريف بتقنية النانو، بل بتحديد آفاقها وأهميتها من جهة، وخطورتها من جهة أخرى، من الناحية القانونية والشرعية ولما لا الأخلاقية، وفي هذا السياق اقترح موضوعا هاما، وهو: " أخلاقيات تكنولوجيا النانو حيوية"

المراجع:

أولا- االلغات الأجنبية:

A.J. Nair, P. (2006). *introduction to Biotechnology and Genetic Engineering,.* New Delhi, India: Infinity Science Press LLC.

Akke, O. B. (s.d.). *Surrogate Motherhood Families,.* London, United Kingdom: Middlesex University,.

Cambridge . *A Clinical Guide ,Organ Transplantation* .(2011) .Andrew A. Klein .University Press

Bryce, B. P. (s.d.). *Cereal biotechnology.* England: Wood head Publishing Limited.

court, D. L. (s.d.). *Dictionnaire D'histoire et Philosophie Des Sciences.* Quadrige/puf.

New York: CRC .*Handbook of In Vitro Fertilization* .(2017) .David K. Gardner .,Press

Don Rittner and Timotty .(2012) .*Encyclopedia of Biologie* .USA :library of congress catalog in publication data.

Goodsell, D. S. (2003). *Bionanotechnology, Lessons from Nature.* Canada: Wiley- Liss.

Lackie, J. (2007). *Chambers Dictionary of Science and technology,* (Vol. 9). An imprint of Chambers Harrap Publishers Ltd.

LeVine, H. (2006, 7 22). *Genetic Engineering* (Vol. Second Edition). California: ABC-CLIO, Inc. Récupéré sur aljazeera.

Longe, J. L. (2006). *The Gale Encyclopedia Of Medicine* (Vol. 3). Thomson Gale,.

Nicholl, D. S. (2002). *An Introduction to Genetic Engineering* (Vol. Second edition). Cambridge University Press.

Nicolle, J.-M. (s.d.). *Histoire des méthodes scientifiques Du théorème de Thalès au clonag.* 1, rue de Rome 93561 Rosny cedex: Breal Edition.

Patricia Farglot, L. b. (s.d.). *Génétique Médicale.* Paris: Edition Française.

Peacock, K. W. (2010). *Biotecnology and Genetic Enegineering.* New York : Fact on File.

.USA: Elsevier Inc .*Applied Nano Technology* .(2009) .Ramsden Jeremy

Bionanotechnology Proteins .(2006) .Randolph V. Lewis V. Renugopalakrishnan .USA: Springer .*to Nanodevices*

Slack, J. M. (s.d.). *The Science of Stem Cells.* USA: Willey Black Well,.

Smith, J. E. (s.d.). *Biotechnology.* England: Cambridge University Press.

أحمد عوف محمد عبد الرحمان. (2013). *طب النانو، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب*. القاهرة : الهيئة العامة المصرية للكتاب.

إيان ويلموت، روجر هايفيلد. (2010). *بعد دوللي* . القاهرة : لمركز القومي للترجمة.

جريمي رفكين. (بلا تاريخ). *الثورة الصناعية الثالثة، كيف تغير القوة الموازية الطاقة والاقتصاد والعالم*. لبنان: الدار العربية للعلوم ناشرون.

حسين فريجه. (2011). زراعة ونقل الأعضاء البشرية بين الشريعة والقانون المقارن. *لمجلة الأكاديمية للبحث القانوني، 2*.

حمدي عبد العزيز مرسي. (1993). *إستراتيجية عربية للتكنولوحيا الحيوية*. تونس: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .

دانييل كيفلس، وليروي هود. (1997). *الشفرة الوراثية للإنسان*. الكويت ، سلسلة عالم المعرفة: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب .

رودولف.د. شميد. (1988). *دليل التقانة الحيوية*. السعودية : مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنيةإفريقيا الشرق الدار البيضاء ط1.

ريتشارد ليونتين. (يناير, 2003). *حلم الجينوم البشري وأوهام أخرى*. بيروت : المنظمة العربية للترجمة.

صفاء أحمد شاهين. (2007). *البيوتكنولوجيا من زراعة الأنسجة والإخصاب الصناعي خارج الرحم إلى الهندسة الوراثية*. القاهرة: دار التقوى للنشر والتوزيع.

طارق قابيل. (أفريل , 2017). المعلومات الحيوية، بيوإنفورماتيكس، ثورة المعلومات الجينية. *مجلة التقدم العلمي*.

عبد العزيز محمد السويلم. (2010). الخلايا الجذعية. *مجلة العلوم والتقنية، 94*.

علي محي الدين القرة داغي: علي يوسف المحمدي. (2006). *فقه القضايا الطبية المعاصرة*. بيروت: دار البشائر .

عمر بوفتاس. (2011). *البيواتيقا الأخلاقيات الجديدة في مواجهة تجاوزات البيوتكنولوجيا* . المغرب : إفريقيا الشرق.

كريستين مومري. (2016). *الخلايا الجذعية،الحقائق العلمية والخيال العلمي*. القاهرة : دار التنوير للطباعة والنشر والتوزيع.

كريمة عبود جبر. (بلا تاريخ). استئجار الأرحام، والآثار المترتبة عليه. *مجلة ابحاث كلية التربية الأساسية، 4*(3).

مات ريدلي. (2001). *الجينوم، السيرة الذاتية للنوع البشري*. الكويت، سلسلة عالم المعرفة: المجلس الوطني للفنون والآداب.

محمد المرسي زهرة. (1993). *الإنجاب الاصطناعي أحكامه القانونية وحدوده الشرعية، دراسة مقارنة*. الكويت : مطبوعات جمعة الكويت .

محمد سبيلا. (ديسمبر , 2017). الثورة البيوتكنولوجية المعاصرة وآفاقها الفلسفية، الترنس تكنوفاشية جديدة، وإعلان الحرب ضد النوع الإنساني. *مجلة الفيصل*(505-506).

محمد شريف الاسكندراني. (2010). *تكنولوجيا النانو، من أجل غد أفضل*. الكويت، سلسلة عالم المعرفة: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

محمد شريف الاسكندراني. (أكتوبر , 2018). طب النانو سلاح القرن لقهر الأمراض المستعصية. (مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، المحرر) *مجلة التقدم العلمي*(103).

محمد عبد الحميد شاهين. (أكتوبر- ديسمبر , 2006). الاستنساخ نهاية عصر الرومانسية. *مجلة عالم الفكر (الجينوم)، 35*(2).

محمد عبد الحميد شاهين. (2006). الاستنساخ نهاية عصر الرومانسية. *مجلة عالم الفكر (الجينوم)، 2*(المجلد 35).

محمد علي البار. (1984). التلقيح الصناعي وأطفال الأنابيب. *مجلة مجمع الفقه الإسلامي ، 2*.

موسى الخلف. (2003). *العصر الجينومي، إستراتيجيات المستقبل البشري*. الكويت، سلسلة عالم المعرفة : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.

موسى الخلف. (أكتوبر-ديسمبر, 2006). العلاج بالجينات، آفاق مستقبلية. *جلة عالم الفكر (الجينوم)*، *35*(2).

ناهدة البقصمي. (1993). *الهندسة الوراثية والأخلاق* . الكويت : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب .

وجدي عبد الفتاح سواحل. (ديسمبر , 2004). ثورة الهندسة الوراثية، منشأ وتطور وإنجازات. *مجلة الوعي الاسلامي*(470).

تكنولوجيا النانو وتطور نظم الامان والخصوصية

Nanotechnology and the development of safety and privacy systems

د.خديجة طوبال
Dr.Khadidja toubal
أستاذ محاضر "ب"، جامعة عمار ثليجي الاغواط/ الجزائر
Amar Thelidji lghaouat University/Algeria, Professor lecturer "B"
د.تواتي خضرون
Dr.Touati khadroun
أستاذ محاضر "أ"، جامعة عمار ثليجي الاغواط/ الجزائر
Amar Thelidji lghaouat University/Algeria, Professor lecturer "A"

الملخص:
من خلال هذه المداخلة تم التطرق إلى تكنولوجيا النانو ونظام الامان والخصوصية ومع تقدم التكنولوجيا كيف زادت الحاجة إلى حماية البيانات الشخصية وضمان الأمان في استخدام التكنولوجيا. من بين التطورات الرئيسية في هذا المجال وكأهم النتائج التي تم التوصل إليها
تشفير البيانات: استخدام تقنيات التشفير لحماية البيانات أثناء النقل والتخزين.
تطبيقات الهوية الرقمية: استخدام التقنيات الحديثة لتوفير هويات رقمية آمنة وموثوق بها.
تطوير بروتوكولات الأمان: تطوير بروتوكولات جديدة لضمان أمان الاتصالات والمعاملات عبر الإنترنت.
الوعي بالخصوصية: زيادة الوعي بأهمية الخصوصية الشخصية وضرورة حمايتها، سواء من قبل المستخدمين أو المنظمات والشركات
تطوير تقنيات الحماية البيولوجية: استخدام التكنولوجيا الحيوية مثل التعرف على البصمات الوراثية والتعرف على الوجه لتعزيز أنظمة
الكلمات المفتاحية: تكنولوجيا النانو، النانو تكنولوجي، نظام الامان، الخصوصية

Abstract:
Through this discussion, nanotechnology, security systems, and privacy were addressed. With the advancement of technology, the need for protecting personal data and ensuring security in technology usage has increased. Among the key developments in this field and the most important results achieved:
Data Encryption: Using encryption techniques to protect data during transmission and storage. Digital Identity Applications: Employing modern technologies to provide secure and reliable digital identities. Security Protocol Development: Creating new protocols to ensure the security of communications and transactions over the internet. Privacy Awareness: Increasing awareness of the importance of personal privacy and the necessity of its protection, whether by users or organizations and companies. Biological Protection Techniques Development: Utilizing biotechnology such as genetic fingerprinting and facial recognition to enhance security systems.
Keywords: nanotechnology, nanotech, security system, privacy.

مقدمة:

تشهد التكنولوجيا النانو تطورًا متسارعًا وتطبيقاتها تتوسع في مختلف المجالات بما في ذلك نظم الأمان والخصوصية. يهدف هذا البحث إلى تحليل تأثير تكنولوجيا النانو على تطور نظم الأمان والخصوصية، وفهم كيفية استخدامها لتحسين حماية البيانات والمعلومات الحساسة، وتكنولوجيا النانو تشير إلى التكنولوجيا التي تعمل على مستوى النانومتر، وهي مقياس يعادل جزءاً من المليون من المليمتر. تطورت تكنولوجيا النانو في مجالات متعددة مثل الطب، والإلكترونيات، والطاقة، والمواد، وغيرها.

فيما يتعلق بأنظمة الأمان والخصوصية، فإن تكنولوجيا النانو قد أثرت بشكل كبير على التطور في هذا المجال أيضًا. بعض الطرق التي يمكن أن تساهم فيها تكنولوجيا النانو في تطوير أنظمة الأمان والخصوصية تشمل:

التشفير النانوي: يمكن استخدام التكنولوجيا النانو في تطوير مواد تشفير جديدة تكون أكثر أماناً وصعوبة في اختراقها.

الاستشعار النانوي: يمكن استخدام الاستشعار النانوي لتطوير أنظمة استشعار أكثر دقة وفعالية في اكتشاف التهديدات وحماية البيانات.

تطوير المواد النانوية القوية والمرنة: يمكن استخدام المواد النانوية في تصميم أجهزة أمان أكثر فعالية ومرونة، مما يجعلها أصعب في التلاعب أو الاختراق.

تطوير أنظمة الاستشعار البيولوجية النانوية: يمكن استخدام التكنولوجيا النانوية في تطوير أنظمة استشعار تعتمد على الخصائص البيولوجية لحماية البيانات والأمان.

تكنولوجيا البصمة النانوية: يمكن استخدام التكنولوجيا النانوية في تطوير أنظمة بصمة أكثر دقة وصعوبة في التلاعب بها.

باختصار، تكنولوجيا النانو تفتح أفاقًا جديدة لتطوير أنظمة الأمان والخصوصية من خلال تحسين الأداء والدقة والصعوبة في الاختراق.

تكنولوجيا النانو:

مدخل مفاهيمي: يستدعي الحديث عن الاستخدامات العسكرية لتكنولوجيا النانو في بداية الأمر تحديد المقصود بـ "تكنولوجيا النانو" الجيل الخامس في عامل الالكترونيات والذي يعد من بين الصعوبات التي تواجه أي باحث عند دراسة هذا الموضوع، خاصة وأنها تكنولوجيا بأبعاد متعددة تتداخل في ميادين عديدة حيث أن تكنولوجيا النانو تشمل كل من: ميدان الهندسة و الفيزياء من خلال صناعة الالكترونيات

والبصريات، مجال الكيمياء والبيولوجيا من خلال التطبيقات الطبية الحيوية والمستحضرات الدوائية، الرياضيات التطبيقية و المنتجات التجارية كصناعة الاقمشة، لتكون بذلك تكنولوجيا النانو هي نتيجة التقارب بين علوم الاحياء والكيمياء والفيزياء. (Clunan & Rodine , 2014, p06)

وفي ما يلي نستعرض أهم النقاط حول تكنولوجيا النانو وتطور نظم الأمان والخصوصية التي تطرقنا إليها في هذه المداخلة .

1/ عرض موضوع البحث وأهميته.

3/ نظرة عامة عن تكنولوجيا النانو وتطورها.

4/ استعراض التطبيقات الحالية والمستقبلية في مجالات الأمان والخصوصية.

5/ تحليل التحديات التقنية والأخلاقية.

6/ استعراض الفرص والتحسينات الممكنة.

7/ دراسة الأبحاث والابتكارات الحديثة في هذا المجال.

08/ تقديم التوصيات لتعزيز استخدام تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية.

09/ استنتاجات البحث وإشارات للبحوث المستقبلية.

01/ عرض موضوع البحث وأهميته.

من المتوقع أن تسهم هذه المداخلة في فهم أفضل لتأثير تكنولوجيا النانو على تطور نظم الأمان والخصوصية وكذلك في تحديد الفرص والتحديات المستقبلية في هذا المجال

ومن خلال تحليل الدراسات السابقة والأبحاث المتعلقة بتكنولوجيا النانو وتأثيرها على نظم الأمان والخصوصية يمكن ان نسلط الضوء على عدة نقاط مهمة:

تقنيات الاستشعار النانوية: تظهر الأبحاث أن تطور تقنيات الاستشعار النانوية قد أدى إلى إمكانية استشعار وتحليل المعلومات بدقة أكبر وفي نطاقات أوسع. هذا يتيح لنظم الأمان والخصوصية استخدام أنظمة استشعار أكثر فعالية في الكشف عن التهديدات وتحديد الضعف في الأنظمة.

تكنولوجيا البصمة النانوية: أظهرت الأبحاث أن تكنولوجيا البصمة النانوية يمكن أن توفر أنظمة تحقق مستويات عالية من الأمان والخصوصية، حيث يصعب تزوير البصمات واختراقها.

المواد النانوية القابلة للتشفير: يشير البحث إلى أن المواد النانوية يمكن تصميمها بطرق تجعلها صعبة التلاعب بها، مما يسهم في تأمين البيانات والمعلومات ضد الاختراق والتلاعب.

التشفير النانوي: أظهرت الدراسات السابقة أنه يمكن استخدام التشفير النانوي لتطوير أنظمة تشفير أكثر قوة وصعوبة في اختراقها، وبالتالي تحسين أمان وخصوصية البيانات.

التحديات الأخلاقية والقانونية: يشير بعض الأبحاث إلى أن تطبيق تكنولوجيا النانو في مجالات الأمان والخصوصية يثير تحديات أخلاقية وقانونية، مثل الخصوصية الشخصية والاستخدام السليم للبيانات.

التكلفة والتو افر: تشير بعض الأبحاث إلى أن التكلفة والتوافر قد تكون عوائق لاستخدام تكنولوجيا النانو في أنظمة الأمان والخصوصية، خاصة في البيئات التي تعتمد على تكلفة منخفضة وتوافر موارد محدودة.

باختصار، تحليل الدراسات السابقة يوضح أن تكنولوجيا النانو تقدم إمكانيات جديدة ومبتكرة لتطوير نظم الأمان والخصوصية، ولكنها تواجه تحديات مثل القضايا الأخلاقية والقانونية والتكلفة والتوافر التي يجب مواجهتها وحلها لتحقيق الاستفادة الكاملة من هذه التقنية .هذا ما قد يجعل من تكنولوجيا النانو الحكم الاساسي في ساحة المعركة في المستقبل سواء في : معاجلة المعلومات والاتصالات أو في صناعة الروبوتات وغيرها من التطورات التكنولوجية التي من شأنها أن تؤدي إلى تقدم كبير في شتى المجالات (Fredholm, 2018. p 151)

2/ نظرة عامة حول تقنية النانو وتطورها:

تكنولوجيا النانو هي مجال يركز على التحكم والتلاعب في المواد والأنظمة على المستوى النانومتري، وهو جزء من المليون من المليمتر في هذا المقياس الصغير جدًا، تظهر المواد خصائص فريدة وغير متوقعة تمامًا مقارنة بالخصائص التقليدية.

تتضمن تكنولوجيا النانو مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك الطب، والإلكترونيات، والطاقة، والبيئة، والمواد، والأمان والخصوصية، وغيرها. وتتمثل الأهمية الكبرى لتكنولوجيا النانو في القدرة على تصميم وتطوير المواد والأنظمة بدقة على المستوى الذري.

تطورت تكنولوجيا النانو بشكل كبير خلال العقود الأخيرة، وذلك بفضل التقدم في عدة مجالات، مثل علم النانو، والميكانيكا الكمية، وتقنية التصنيع بالدقة العالية، والتقنيات التحليلية الحديثة.

(رحاب فايز، أكتوبر 2012، ص46)

4/ استعراض التطبيقات الحالية والمستقبلية في مجالات الأمان والخصوصية.

بعض التطبيقات الشائعة لتكنولوجيا النانو تشمل:

الطب: استخدام النانوتكنولوجي في تطوير الأدوية، وتصميم الأجهزة الطبية الدقيقة مثل الأقراص الدوائية النانوية والأجهزة الطبية المصغرة.

الإلكترونيات: تصميم وتطوير الأشباه الموصلة والأجهزة الإلكترونية النانوية مثل الأنابيب الكربونية والنقاط الكمومية.

البيئة: استخدام التكنولوجيا النانوية في تنقية المياه والهواء، وفي تطوير مواد ذات تأثير بيئي محدود.

الطاقة: تحسين كفاءة الخلايا الشمسية، وتطوير تخزين الطاقة بشكل فعال.

المواد: تصميم وتطوير مواد جديدة بخصائص فريدة، مثل الطلاءات الذكية والمواد الخفيفة والقوية.

باختصار، تكنولوجيا النانو تعد مجالًا مثيرًا للبحث والتطوير، وتمتلك العديد من التطبيقات الواعدة التي من الممكن أن تحدث تحولًا كبيرًا في مختلف المجالات الصناعية والحياتية.

استعراض التطبيقات الحالية والمستقبلية في مجالات الأمان والخصوصية.

تكنولوجيا النانو توفر مجموعة واسعة من التطبيقات في مجالات الأمان والخصوصية، وتعد من أبرز الابتكارات التي يمكن أن تساهم في تحسين حماية البيانات وضمان الخصوصية.

(مقداد، 2014، ص46)

إليك استعراضًا لبعض التطبيقات الحالية والمستقبلية في هذه المجالات:

أنظمة الاستشعار النانوية للكشف عن التهديدات:

يمكن استخدام تقنيات الاستشعار النانوية لتطوير أنظمة كشف أمنية دقيقة، مثل اكتشاف المتفجرات والمواد الكيميائية الخطرة.

تشفير البيانات النانوي:

يتيح التقدم في تكنولوجيا النانو فرصًا لتطوير أنظمة تشفير أكثر أمانًا وصعوبة في الكسر، مما يساهم في حماية البيانات الحساسة والمعلومات الخاصة.

تكنولوجيا البصمة النانوية:

يمكن استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير أنظمة البصمة الحيوية الأكثر دقة وصعوبة في التلاعب بها، مما يعزز أمان وخصوصية الوصول إلى الأنظمة والبيانات

يمكن تطوير المواد النانوية بخصائص خاصة مثل مقاومة التلاعب والتحطيم، وهذا يمكن أن يساهم في تصميم أنظمة أمنية متطورة وصعبة التحطيم. (سلامة صفوة، 2009، ص65.)

أنظمة الاستشعار الحيوية النانوية:

يمكن استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير أنظمة استشعار حيوية دقيقة تستطيع اكتشاف التغيرات البيولوجية والصحية، مما يساهم في توفير حلول أمنية وصحية متقدمة.

تطبيقات الطب النانوية للأمان والخصوصية:

يمكن استخدام التقنيات النانوية في تطوير أنظمة طبية متقدمة مثل الأجهزة المراقبة الصحية والأدوية الدقيقة التي تساعد في حماية صحة الفرد وخصوصيته.

تتيح تكنولوجيا النانو إمكانيات كبيرة لتطوير حلول أمنية وخصوصية مبتكرة، ومن المتوقع أن تستمر التطورات في هذا المجال لتلبية متطلبات الأمان والخصوصية في عصر الرقميات المتطور.

5/ تحليل التحديات التقنية والأخلاقية.

تحليل التحديات التقنية والأخلاقية المتعلقة بتكنولوجيا النانو في مجالات الأمان والخصوصية يسلط الضوء على عدة نقاط مهمة:

التحديات التقنية:

دقة واستجابة التقنيات النانوية:

قد تواجه التقنيات النانوية تحديات في الدقة والاستجابة، مما يؤثر على قدرتها على تحقيق المتطلبات الأمنية والخصوصية بشكل فعال.

التحكم في العمليات النانوية:

من المهم تحقيق التحكم الكامل في العمليات النانوية لضمان الاستخدام الآمن للتقنيات النانوية دون حدوث آثار ضارة.

التو افق مع الأنظمة القائمة:

يجب أن تكون التقنيات النانوية متوافقة مع الأنظمة والمعايير القائمة للأمان والخصوصية، وهذا قد يشكل تحديًا في بعض الأحيان.

التحديات الأخلاقية:

الخصوصية والمر اقبة:

قد تثير تقنيات النانو مخاوف بشأن انتهاك الخصوصية، خاصة فيما يتعلق بالمراقبة وجمع البيانات الشخصية دون موافقة الفرد. (Anton, D. 2018. P 121) .

العدالة والتوزيع العادل:

يثير استخدام التقنيات النانوية مسائل العدالة والتوزيع العادل للفوائد والمخاطر، وضمان أن يكون للجميع الوصول إلى الفوائد بدون تفاقم الفجوات الاجتماعية.

السلامة البيئية والصحية:

قد تنشأ مخاوف بشأن التأثير البيئي والصحي للتقنيات النانوية، والتي قد تكون غير معروفة بالكامل في بعض الأحيان.

المسؤولية والشفافية:

يجب أن تكون هناك مسؤولية وشفافية في استخدام وتطوير التقنيات النانوية، مع التركيز على تقديم المعلومات والتوعية للجمهور.

تحديات الأمان والاختراقات السيبرانية:

قد تتعرض التقنيات النانوية لتهديدات أمان واختراقات سيبرانية، مما يعزز أهمية تطوير حلول أمنية متقدمة.

باختصار، يجب أن يتم التعامل مع التحديات التقنية والأخلاقية بجدية لضمان استخدام التقنيات النانوية في مجالات الأمان والخصوصية بطريقة آمنة ومسؤولة.

6/ استعراض الفرص والتحسينات الممكنة

هناك العديد الفرص والتحسينات الممكنة في مجالات الأمان والخصوصية باستخدام تكنولوجيا النانو. إليك بعض الفرص والتحسينات المحتملة:

تطوير أنظمة الاستشعار النانوية الذكية:

يمكن استخدام تقنيات النانو لتطوير أنظمة استشعار ذكية تساعد في كشف وتحديد التهديدات بشكل أكثر دقة وفعالية، مما يعزز الأمن والسلامة.

تحسين أنظمة التشفير النانوية:

يمكن تطوير أنظمة تشفير مبتكرة وآمنة باستخدام التقنيات النانوية، مما يساهم في حماية البيانات والمعلومات الحساسة من الاختراقات والتسريبات.

يمكن تطوير مواد نانوية ذكية تساهم في تعزيز الأمان، مثل المواد التي تتغير في استجابة للظروف البيئية أو التي توفر وسيلة للتحقق من الهوية. (عميش محمد ،2011، ص122)

استخدام التقنيات النانوية في أنظمة البصمة والتعرف على الوجوه:

يمكن استخدام التقنيات النانوية لتطوير أنظمة البصمة والتعرف على الوجوه التي تعزز الأمان وتسهل التعرف على الأفراد بدقة عالية.

تطوير أنظمة الطب النانوي للأمان والخصوصية:

يمكن استخدام التقنيات النانوية في تطوير أنظمة طبية متقدمة تحسن الأمان والخصوصية للمرضى وتوفر حلولاً صحية فعالة.

تطوير أنظمة الاستشعار النانوية الذكية

يمكن استخدام التقنيات النانوية في تطوير أنظمة لتحسين البيئة والصحة العامة، مثل تنقية المياه والهواء وتطوير الأدوية البيئية والصديقة للإنسان.

التطبيقات الصناعية للأمان والخصوصية:

يمكن استخدام التقنيات النانوية في الصناعات لتحسين أمان وخصوصية العمليات والمنتجات، مما يحسن الجودة ويقلل من مخاطر الحوادث والتسريبات.

باستخدام التقنيات النانوية بشكل مبتكر وفعال، يمكن تحقيق تحسينات كبيرة في مجالات الأمان والخصوصية، مما يعزز الحماية والثقة في البيئات الرقمية والحياتية.

7/ دراسة الأبحاث والابتكارات الحديثة في هذا المجال.

دراسة الابحاث والابتكارات الحديثة في مجال الأمان والخصوصية باستخدام تكنولوجيا النانو تظهر عدة مجالات مثيرة للاهتمام والتطور.

إليك بعض الأبحاث والابتكارات الحديثة في هذا المجال:

نانو مواد الكشف عن الغازات والمواد الخطرة:

تم تطوير مواد نانوية تستخدم في أنظمة الاستشعار للكشف عن الغازات الخطرة والمواد الكيميائية الضارة بشكل دقيق وفعال.

أنظمة التشفير النانوية:

تعمل الأبحاث على تطوير أنظمة تشفير نانوية جديدة توفر مستويات عالية من الأمان للبيانات والمعلومات، مع مقاومة للهجمات السيبرانية.

تقنية البصمة النانوية:

يتم استكشاف استخدام التقنيات النانوية في تطوير أنظمة البصمة الحيوية التي توفر مستويات عالية من التحقق والأمان.

مواد الحماية النانوية:

تتضمن الأبحاث تطوير مواد نانوية تستخدم في الأمان الشخصي والمواد الحماية للمباني والمنشآت، مما يعزز القدرة على تحمل الضغوط والتلاعب الخارجي.

أنظمة التصوير النانوية للكشف عن الانتهاكات الأمنية:

يتم استخدام تقنيات التصوير النانوية لرصد وكشف الانتهاكات الأمنية في الأنظمة والبنية التحتية، مما يساعد في تحديد نقاط الضعف وتقوية الأمان.

مواد الحماية النانوية:

تتضمن الأبحاث تطوير مواد نانوية تستخدم في الأمان الشخصي والمواد الحماية للمباني والمنشآت، مما يعزز القدرة على تحمل الضغوط والتلاعب الخارجي.

تقنيات التشفير الكمومي النانوي:

تسعى الأبحاث إلى تطوير تقنيات التشفير الكمومي على مستوى النانو لضمان أعلى مستويات الأمان والخصوصية في تبادل المعلومات.

أنظمة التحكم والمراقبة النانوية:

توفر التقنيات النانوية أنظمة مراقبة وتحكم دقيقة للعمليات والأنظمة، مما يساهم في تحسين الأمان والكفاءة.

هذه مجرد نماذج للأبحاث والابتكارات الحديثة في مجال الأمان والخصوصية باستخدام تكنولوجيا النانو. يُظهر التطور المستمر والابتكار في هذا المجال والإمكانات الكبيرة لتحسين وتعزيز الأمان والخصوصية في مختلف القطاعات والتطبيقات

08/ تقديم التوصيات لتعزيز استخدام تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية.

لتعزيز استخدام تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية، يمكن اتباع مجموعة من **التوصيات**:

زيادة التمويل للبحث والتطوير:

يجب توجيه المزيد من التمويل للبحث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في نظم الأمان والخصوصية.

تعزيز التعاون والتبادل المعرفي:

ينبغي تعزيز التعاون بين الجامعات والمؤسسات البحثية والقطاع الخاص لتبادل المعرفة والخبرات في مجال تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الأمان والخصوصية.

تطوير المعايير والتشريعات:

يجب وضع معايير وتشريعات فعالة تنظم استخدام تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية وتحمي حقوق المستخدمين وتضمن سلامة البيانات

تعزيز الوعي والتثقيف:

ينبغي تعزيز الوعي بفوائد تكنولوجيا النانو وأهميتها في تعزيز الأمان والخصوصية، وذلك من خلال حملات تثقيفية وبرامج توعية موجهة للجمهور والمهنيين في المجال.

تشجيع التطبيقات العملية: يجب تشجيع ودعم التطبيقات العملية لتكنولوجيا النانو في مجالات الأمان والخصوصية، بما في ذلك البحوث التطبيقية وتطبيقات الصناعة.

ضمان الشفافية والمسؤولية:

يجب على الشركات والمؤسسات العاملة في مجال تكنولوجيا النانو الالتزام بمعايير الشفافية والمسؤولية في استخدام تقنيات النانو، وتقديم المعلومات اللازمة للمستخدمين بشكل واضح وشفاف.

الاستثمار في التدريب والتطوير الفني:

ينبغي استثمار الموارد في تدريب وتطوير الكفاءات الفنية في مجال تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في نظم الأمان والخصوصية.

اعتبار من هذه التوصيات، يمكن تعزيز استخدام تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية وتحقيق فوائد أكبر في حماية البيانات وتعزيز الأمان الرقمي.

09/ استنتاجات البحث وإشارات للبحوث المستقبلية.

استنتاجات البحث في مجال تكنولوجيا النانو ونظم الأمان والخصوصية تشير إلى عدة نقاط مهمة وتوجيهات للبحوث المستقبلية أهمية:

التطوير المستمر: من الواضح أن تكنولوجيا النانو توفر فرصًا كبيرة لتعزيز الأمان والخصوصية، ومع ذلك، يجب أن يتم التركيز على التطوير المستمر والابتكار في هذا المجال.

توجه نحو التطبيقات العملية: من المهم أن تسهم الأبحاث القادمة في تطوير تطبيقات عملية وفعّالة تعزز الأمان والخصوصية في مختلف القطاعات والمجالات.

ضرورة دراسة التأثيرات البيئية والصحية: ينبغي أن تركز البحوث المستقبلية على دراسة التأثيرات البيئية والصحية المحتملة لتطبيقات تكنولوجيا النانو في نظم الأمان والخصوصية.

التركيز على الشفافية والمسؤولية: يجب أن تكون الشفافية والمسؤولية جزءًا أساسيًا من التطبيقات والأبحاث في مجال تكنولوجيا النانو، خاصة فيما يتعلق بالأمان والخصوصية. (Jr, J. F. 2014 p22)

التعاون والتبادل المعرفي: يجب تعزيز التعاون والتبادل المعرفي بين الباحثين والمؤسسات في مجال تكنولوجيا النانو ونظم الأمان والخصوصية لتعزيز التقدم وتبادل الخبرات.

التركيز على معالجة التحديات الأخلاقية: يجب أن تكون الأبحاث المستقبلية موجهة نحو معالجة التحديات الأخلاقية المتعلقة بتكنولوجيا النانو، وضمان استخدامها بطرق تحافظ على القيم الأخلاقية وتحترم حقوق الفرد.

الاستفادة من التقنيات الناشئة: يمكن استخدام التقنيات الناشئة مثل الذكاء الصناعي والتحليل الضخم لدعم الأبحاث المستقبلية في مجال تكنولوجيا النانو ونظم الأمان والخصوصية.

خاتمة:

باختصار، تحديد اتجاهات البحث المستقبلي في مجال تكنولوجيا النانو ونظم الأمان والخصوصية يعتمد على استنتاجات الأبحاث الحالية وتحديد الفرص والتحديات القائمة، مع التركيز على تحقيق التطبيقات العملية ومعالجة القضايا الاخلاقية البيئة المحتملة.

قائمة المراجع:

1 مقداد محمد،(03 ديسمبر 2014)، التحديات التي تواجه الارغونوميا في القرن الحادي والعشرين، مجلة وحدة البحث في التنمية الموارد البشرية، مجلد 05، العدد 03.

2 النحيف، مجدي حسين السيد، عزب، حامد سالم جمعة (2018): رؤية مستقبلية لمنظومة النشر بجامعة الطائف، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، ع10، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية.

3 سلامة صفوة،(2009)، النانو تكنولوجي، ط1، لبنان: الدار العربية للعلوم ناشرون.

4 عميش محمد غريب إبراهيم(2011)، النانو بيولوجي: عصر جديد من علوم الحياة (ب ط) ، مصر: الهيئة المصرية العامة للكتاب.

5 ر حاب فايز ، (أكتوبر 2012) . تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات: الفرص والتحديات. الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات.

6- Anton, D. (2018). General Reflections on Converging Technologies and Emerging Risks. In A. dengg, Tomorrow´s Technology A Double-Edged Sword. Vienna: National Defence Academy Institute for Peace Support and Conflict Management.

7- Clunan, A., & Rodine, K. (2014). Nanotechnology in a Globalized World Strategic Assessments of an Emerging Technology,Naval Postgraduate School. Monterey: The Center on Contemporary Conflict.

8- Fredholm , M. (2018). Nanomaterials Technology: Convergence between, Nanotechnology and Materials Science and Engineering. In A. Dengg , Tomorrow´s Technology A Double-Edged Sword (p. 147). Vienna: Academy Institute for Peace Support and Conflict Management.

8- Jr, J. F. (2014). The National Nanotechnology Initiative: Overview, Reauthorization, and Appropriations Issues. Congressional Research Service

فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية

The effectiveness of nanotechnology in criminal evidence science

د. كرم عبد المنعم حامد محمد
Karam Abdel Moneim Hamed Mohamed
مصر/كلية الحقوق بجامعة القاهرة
Faculty of Law, Cairo University/ Egypt

الملخص:
شهد العلم تطورات هائلة في العديد من المجالات، وبخاصة خلال النصف الثاني من القرن العشرين، حيث أفضت العديد من التطورات العلمية والتقنية الذى تشهدها المجتمعات في الآونة الأخيرة إلى تحقيق العديد من الثورات العملاقة؛ وفي ظل التطورات المتتالية حققت تقنيات النانو تكنولوجي بالتوازي مع التقنيات التحليلية المتقدمة دوراً محورياً لكثرة انتشار استخدام هذه التقنية في شتى المجالات الحياتية، وعلى ذلك تحتل الدراسة قيمة واهمية قانونية كبيرة على صعيد الو اقع العملي، وبصفة خاصة في مجال العلوم الجنائية، واكتشاف الجريمة.
وبناء عليه يتناول موضوع دراستنا " فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية " بتقسيم الدراسة إلى مبحثين نتناول في المبحث الأول ماهية تقنيات النانو تكنولوجي، ثم نعالج في المبحث الثاني أثر تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية.
الكلمات المفتاحية: النانو تكنولوجي، المصغرات، الأدلة الجنائية، مسرح الجريمة، الإثبات الجنائي

Abstract:
Science witnessed huge developments in many fields, especially during the second half of the twentieth century, as many scientific and technical developments that societies have recently witnessed led to the achievement of many giant revolutions; In light of the successive developments, nanotechnology technologies in parallel with advanced analytical techniques have achieved a pivotal role due to the large number of use of this technology in various areas of life, and on this the study occupies a great value and legal importance in terms of practical reality, especially in the field of criminal sciences, and the discovery of crime.
Accordingly, the topic of our study is the effectiveness of nanotechnology in the science of criminal evidence 'by dividing the study into two topics that we address in the first topic what is the technology of nanotechnology, then we address in the second topic the impact of nanotechnology technologies in criminal evidence science.
Key words: nanotechnology, miniatures, criminal evidence, criminal proof of criminal

مقدمة:

شهد العلم تطورات هائلة في العديد من المجالات، وبخاصة خلال النصف الثاني من القرن العشرين، حيث أفضت العديد من التطورات العلمية والتقنية الذى تشهدها المجتمعات في الآونة الأخيرة إلى تحقيق العديد من الثورات العملاقة؛ تمثلت الأولى في ظهور ثورة المعلومات والاتِّصالات بمظاهرها المختلفة، فحققت الثورة المعلوماتية، والروبوتات، والحواسب الذكية ، والحوسبة السحابية، وتقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث شهد العالم طفرة في صناعة السيارات الذاتية والطائرات بدون طيار، في حين أن الثورة الثانية تمثلت في ثورة التقنيات الحيوية.وانعكست تلك التطورات والمستجدات الحديثة على أساليب وفنون البحث الجنائي فساهمت بدور محوري في كشف الجريمة وضبط مرتكبيها، وإسنادها إليهم.

فضلا على ما تقدم ذكره؛ ظهرت العديد من الأجهزة العلمية المستحدثة ذات الصلة بالأدلة الجنائية، وأهمها تقنية النانو تكنولوجي، حيث تميزت تلك التقنيات بقدرتها الكبيرة على الإثبات الجنائي بما تمتاز به من تعدد الطرق والأساليب التي تستهدف في المقام الأول التعرف على الجاني، وكذلك كشف الواقعة الإجرامية وإسنادها لمرتكبيها.

أولا: أهمية الدراسة والبحث:

- تحظي الدراسة أهمية بالغة وذلك لأن التقنيات العلمية المعاصرة أضافت الكثير من التطورات التكنولوجية ذات الصلة الوثيقة بالدليل الجنائي، الأمر الذي أبرز الإيقاع السريع للتطور التكنولوجي، ومشاركة هذا التطور على الصعيد الواقعي، والتطبيقي، ويتزايد في الوقت الحاضر الاعتماد على المستجدات المعاصرة. فعلى الرغم من كثرة وتنوع وسائلها، إلا أن قبولها في هذا المجال يساهم في تأكيد دقتها ودلالتها .

وعليه فأن موضوع دراستنا له قيمة كبيرة لأنه يحتل محور اهتمامات أجهزة العدالة الجنائية والأمنية المعاصرة، وبخاصة في البلاد التي ذاع صيتها تجاه مكافحة الجرائم، ولا سيما أن الدول تسعي إلى إيجاد كافة الوسائل والاساليب العلمية المتقدمة والتكنولوجيا المتطورة لكشف الحقائق، وإثبات الجرائم والتوصل إلى العدالة المرجوة، وبخاصة أن الأدلة الجنائية الضئيلة جداً التي لا يمكن الكشف عنها بالطرق التقليدية في مسارح الحوادث الجنائية المختلفة مثل البصمات الملوثات المنوية، وبقع الدم واللعاب تحتاج إلى وسائل حديثة لرصدها وكشف مرتكبها، مما تكمن أهمية البحث والدراسة.

ثانيا: أهداف الدراسة والبحث:

1-الهدف الرئيسي من الدراسة هو إلقاء الضوء على موضوع فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية .

2- بيان نشأة تقنيات النانو تكنولوجي واهميتها العلمية والعملية في الحقل الجنائي

3-تناول مفهوم تقنيات النانو تكنولوجي وأهم سماتها الذاتية عن غيرها من التقنيات المعاصرة

4-التطرق إلى الأثر الفعال الذى تحققه تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية في كشف وفحص آثار الجريمة والأدلة الجنائية

5-استعراض التوسع في تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية

ثالثا: إشكالية الدراسة :

- تتجلى اشكالية دراستنا في ظل تأثير التطور العلمي والتكنولوجي في العصر الحديث على الفكر القانوني، ولا سيما أن هناك تغير ملحوظ في العديد من المفاهيم التقليدية المتعلقة بوسائل البحث الجنائي، وبخاصة أن التعويل على التقدم العلمي قد يؤدي إلى ظهور العديد من المشكلات الجديدة تضاف إلى جملة المشكلات القديمة، لأنها تدور حول مدي إمكانية الركون دائماً إلى مبدأ حرية الإثبات لقبول أي دليل يستند إلى اكتشاف علمي أو تقني مستحدث. فإلى أي مدى تجيز حرية الإثبات اللجوء إلى الوسائل العلمية الحديثة **وعلى ذلك تطرح دراستنا تحديات كبيرة كما أنها تثير تساؤلات لها اهميتها تتمثل في**

التساؤل الرئيسي : ما مدي فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية ؟

التساؤلات الفرعية :

ما هي نشأة تقنيات النانو تكنولوجي واهميتها العلمية والعملية ؟

ما هو مفهوم تقنيات النانو تكنولوجي وأهم سماتها الذاتية عن غيرها من التقنيات المعاصرة؟

ما هو الأثر الفعال الذى تحققه تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية في كشف وفحص آثار الجريمة والأدلة الجنائية ؟

ما هي تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية ؟

رابعا: منهج الدراسة :

اعتمدنا في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي الذى يعتمد على وصف وتشخيص الدراسة، وتحليلها من مختلف جوانبه وكافة أبعاده، بالإعتماد على المراجع العامة والمتخصصة في موضوع الدراسة .

خامسا: خطة الدراسة:

يتناولُ هذا البحثُ موضوعَ " **فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية**"، وقد قسمت الدراسة إلي مبحثين؛ نتناول في المبحث الأول ماهية تقنيات النانو تكنولوجي، ثم نعالج في المبحث الثاني أثر تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية.

المبحث الأول

ماهية تقنيات النانو تكنولوجي

أدي ظهور تكنولوجيا النانو بالتغيير والتحكم في الذرات وجزيئات المادة في مستواها الذري والجزيئي لتكوين بعض المواد الجديدة ذات خصائص وسمات لها ذاتية واستقلالية

حققت تكنولوجيا النانو (تقنية الصغائر) باعتبارها احد التقنيات المتطورة آفاقا لها ابعاد مختلفة على صعيد جميع العلوم بصفة عامة .

وترتيبا على ما تقدم؛ تطبق تقنية النانو تكنولوجي على نطاق واسع في العديد المجالات المختلفة، وعلى كافة المستويات الصناعية والهندسية والطبية، علاوة على أنه تم استخدام تلك التقنية أيضًا في علم الطب الشرعي النانوي. حيث يعد الأخير أحدث وأسرع مجال للابتكار الذي يتعامل مع تطبيق التكنولوجيا القائمة على النانو (Sonali, 2020, p. 1792) (S., K., & R., 2020, p. 1792)

وأصبح تأثير ذات التقنية على نطاق واسع علم الطب الشرعي . وبخاصة أن التطورات الحديثة في تكنولوجيا النانو أثبتت أنها أداة واعدة للكشف عن الأدلة والآثار، وتحديد هوية مرتكبي الجريمة

ويتعين علينا لبيان ماهية تقنيات النانو تكنولوجي تناول دراستنا على مطلبين على الوجه التالي:

المطلب الأول: نشأة تقنيات النانو تكنولوجي وأهميتها.

المطلب الثاني: مفهوم تقنيات النانو تكنولوجي وأهم سماتها.

المطلب الأول

نشأة تقنيات النانو تكنولوجي واهميتها

تقنية النانو تكنولوجي لا تعد من الاختراعات الحديثة بل يعود للحضارات القديمة في مصر الفرعونة والحضارة الصينية والاغريقية في صناعة الزجاج (الشريف، 2023، صفحة 166)

يعد مصطلح الجسيمات النانوية nano من المفاهيم الإغريقية (اليونانية القديمة) التي تعني صغير أو قزم νᾶνος (Abdullaeva, 2017, p. 3)، وعلى ذلك يرجع البعض فكرة تكنولوجيا النانو إلى اليونانيين إلى العالم "ديموقريطس" الذى اقترح بتاء العالم الدائم وغير المرئي من ذرات الجزيئات في بناء كتل من الاجسام الصلبة والسوائل والغازات (مصبح، 2017، صفحة 109)

وشهدت تقنيات النانو تكنولوجي تطورات هائلة ويرجع الفضل في ذلك إلى البروفيسور ريتشارد فاينمان (Richard Feynman) وذلك عام (1965م)، حيث ألقى فاينمان محاضرته الشهيرة المعنوية بـ(There is plenty of room at the bottom) وذلك في اجتماع الجمعية الفيزيائية الأمريكية وتحدث فيها عن احتمال تصنيع مواد نانومترية ذات تأثيرات خاصة، وبعدها قام بنفسه ولأول مرة الحفر على شكل خطوط متوازية بعرض متناهي في الصغر لا يتجاوز قطر ذرات قليلة متراصة، وذلك باستخدام حزمة مركزة من الإلكترونات السريعة. (الرقيشي، 2010، صفحة 47)

ويعتبر الباحث الياباني (نوريوتاينغوشي) أول من أطلق تسمية مصطلح (تقنية النانو Nanotechnology) لأول مرة عام 1974، واصبحت تكنولوجيا التصنيع الأولي في القرن الحادي والعشرين ومعيار تقاس به تقدم الامم وتطورها (الإسكندراني، 2010، صفحة 28)

وكانت البداية العملية لهذا العلم الحديث وإثبات حقيقته في عام ١٩٨١م على يد العالمين الألمانيين بينيج Gerd Binnig و هاينريش روهرر Heinrich جيرد اللذين حصلا على جائزة نوبل في عام ١٩٨٦م، حيث ابتكرا ما يعرف بالمجهر النفقي الماسح scanning tunneling microscope ، الذي يكتب اختصاراً بـ (STM) ومن تلك اللحظة أصبحت تكنولوجيا النانو واقعاً حقيقياً. (الضباح، 2021م، صفحة 15)، ومنذ ذلك الوقت تنام الاهتمام العالمي بتكنولوجيا النانو .

وحظيت تقنية النانو تكنولوجي اهمية كبيرة، حيث استخدامات في العديد من المجالات العلمية والهندسية والعسكرية وعلوم الفضاء (هلال، 2013، صفحة 131)، كما انها تساعد في تحسين القطاعات التكنولوجية والصناعية مثل تكنولوجيا المعلومات والطاقة والطب والامن والعلوم البيئية وسلامة الاغذية (الشريف، 2023، صفحة 166)

ويكمن سبب تعدد تطبيقات تكنولوجيا النانو تكنولوجي في العديد من القطاعات العلمية، والطبية، والهندسية ، والصناعية نتيجة ازدياد كفاءتها ومصدقيتها، علاوة على سهولة استخدامها

المطلب الثاني

مفهوم تقنيات النانو تكنولوجي وأهم سماتها

يراد بمفهوم النانو في مجال العلوم جزء من مليار(جزء من ألف مليون) (الإسكندراني، 2010، الصفحات 17-18)، ويعبر عن النانومتر بأنه هو جزءٌ من مليار المتر(أي إنه أصغر مليار مرّة من المتر، و 50 مرة أقلّ من سمك شعرة الإنسان)وتسمى التقنيات المستخدمة لمعالجة هذه العناصر المتناهية في الصغر "تكنولوجيا النانو" Nanotechnologies وتنتج منها" المواد النانوية." (المستقبلية, مخاطر تكنولوجيا "المتناهي في الصغر" في المستقبل: مراجعة كتاب "هل ينبغي لنا أن نخاف من "النانو"؟، 2017، صفحة 312)

في حين أن الجسيمات النانوية هي جسيمات/ مواد يتراوح حجمها بين 1 و100 نانومتر. يجب أن يكون بعد واحد على الأقل من الجسيم أقل من 100 نانومتر (Parvathi, 2017, p. 1).

و تطلق تقنية النانو العديد من الأسماء ، حيث يمكن وصف ذات التقنية بكل شيء صغير ودقيق ومن هنا يمكن أن نقول أن مصطلح "نانو تكنولوجي" يعني حرفيا "تقنية الصغائر"، وإذا استخدمنا كلمة نانو وصفا لكل الجسيمات الدقيقة، وفي هذه الحالة الجسيمات المتناهية في الصغر يمكن أن نصف هذه التقنية باسم "تقنية النانو"، او "النانو تكنولوجي" او "التقنيات المتناهية في الصغر "،" تكنولوجيا المنمنمات"، "تكنولوجيا الجيل الخامس"، "التكنولوجيا المجهرية الدقيقة" كلها مصطلحات تدل على هذه التقنية(عبد الأمير، 2023، صفحة 477) (حداد، 2013، صفحة 256)

ويشير بعض الكتاب أن علم النانو يعبر عنه بأنه هي دراسة التي تتضمن كيفية تصرف المادة عندما يتم تكوينها على مقياس النانومتر - 1 مليار من المتر (Kelley & Sargent, 2012, p. 1)

في حين تعرف تقنية النانو بأنها هي ذلك العلم الذي يتناول مجالات وتطبيقات مختلفة؛ منها استخدامه في تحسين يتعلق بدراسة المواد وتطبيقاتها في تقنيات النانو من المجالات الحيوية كفاءة تفاعل البلمرة المتسلسل في نطاق النانو متر (آل جابر، 2021، صفحة 18)

أما تكنولوجيا النانو فتعرف بأنها توصيف وتطبيق وتصميم الهياكل والاجهزة والانظمة عن طريق التحكم في الشكل والحجم ومقياس متناهي الصغر (مصبح، 2017، صفحة 111).

ومن جانبنا يمكن تعرف النانو تكنولوجي بأنه ذات العلم الذى لديه القدرة على تغيير والتحكم في شكل وحجم الذرات وجزيئات المادة لتكوين بعض المواد الجديدة متناهية الصغير ذات خصائص وسمات لها ذاتية واستقلالية .

وتتمتع المواد النانونية بالعديد من الخواص والخصال الفريدة غير موجودة في المواد التقليدية ذات الجزئيات الكبيرة مما يفتح الباب لها كي يتم تطبيقها في العديد من المجالات ومن الخصائص المميزة

لجسيمات النانو القدرة على تغيير اللون وذلك عندما يتغير حجم هذه الجسيمات وأشكالها (حداد، 2013، صفحة 259)، كما تمتاز تلك التقنيات بالعديد من السمات فأنها لها خاصيتها الميكانيكية بواسطتها يتم تصغير حجم الحبيبات مما ترتفع درجة صلابتها وتزداد مقاومتها، كما انها ذات خواص فيزيائية تتأثر بدرجة الحرارة (درجة الانصهار) ،كما انها لها سمة بيولوجية (بصرية) لأنها تمتاز بذاتيتها عن غيرها من المواد التقليدية، علاوة على قدرتها على توصيل التيارات الكهربائية، وسهولة انتقال الحرارة ،كما أن سماتها المغناطيسية تتمثل في أن لديها القدرة على حركة الشحنة (عبد الأمير، 2023، الصفحات 479-478)

المبحث الثاني

أثر تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية

ساهمت التطورات المتزايدة والمتطورة بدور كبير في الكشف عن الجريمة عبر العديد من الوسائل الأكثر تقدمًا وسرعة للكشف والتحقيق وإعادة بناء الأحداث بهدف القبض على مرتكبي الجرائم، وبمقتضي ذلك حظي الطب الشرعي منذ بدايته بدور حاسم في معظم التحقيقات الجنائية التي تثبت ارتكاب الجريمة، وإثبات هوية مرتكب الجريمة، وشهادة الشهود المؤيدة لها، وتقديم الوقائع فيما يتعلق بوقوع الجريمة (Tambo, Ablateye, & Naa, 2020, p. 582)، كما أن تأثير تكنولوجيا النانو تكنولوجي قد أثبت فعاليته في العديد من تطبيقات علوم الأدلة الجنائية.

وعلى ذلك فأن معالجة أثر تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية يقتضي استعراض دراستنا على مطلبين على الوجه التالي:

المطلب الأول: أهمية تكنولوجيا النانون في كشف وفحص آثار الجريمة .

المطلب الثاني: تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية.

المطلب الأول

أهمية تكنولوجيا النانو في كشف وفحص آثار الجريمة

لقد اتسعت استخدامات تكنولوجيا النانو المتقدمة على المستوي العالمي، حيث امتدت تلك التقنية إلى علوم الطب الشرعي في مختلف جوانبه، وأصبح الطب الشرعي النانوي نهج جديد في التحقيقات الجنائية وهو ينطوي على الاحتفاظ بالأدلة في مسرح الجريمة، وتحليلها معمليا، وتقديمها أمام المحكمة، حيث يمكن أن تنطبق تقنية النانو في العديد من جوانب التحقيق الجنائي، مثل بيان بصمات الأصابع الكامنة، والكشف عن تعاطي المخدرات، وعن المتفجرات، وتحليل الحمض النووي، والاستشعار الحيوي، وما إلى ذلك، كما يمكن أن يؤدي تأثير الطب الشرعي النانوي إلى تحسين استكشاف

الجريمة بشكل كبير من خلال بناء ميزة أسرع وأكثر دقة وكفاءة عالية، وتطبيق أكثر سهولة بهدف بيان الآثار الحقيقية لهذه التكنولوجيا (Paikrao, Tajane, Patil, & Dipale, 2022, p. 258)

واساليب أستخدام تقنيات النانو تكنولوجي في الطب الشرعي تتمثل في طريقتين؛ فعن طريقها يمكن اكتشاف وتحليل العينات النانوية التي لم يكن من الممكن تحقيقها في وقت سابق ، علاوة على أن الخصائص الجديدة للمواد النانوية تساعد في كشف وجمع المواد والأدلة الحرجة التي لا يمكن الحصول عليها من قبل مثل استخراج الحمض النووي أو بصمة الإصبع أو بصمة الكف، وبقايا الطلقات النارية والمتفجرات ، وذات الأساليب الحديثة تسهل تقديم أدلة قاطعة لدي المحكمة يمكن التعويل عليها في حكمها (kesarwani, 2020, p. 1793)

وعلى ذلك تهدف معظم تقنيات تكنولوجيا النانو والطب الشرعي النانوي إما إلى تحليل الأدلة ذات الحجم النانوي أو استخدام تأثيرات المواد النانوية في التعرف على الأدلة أو تجميعها أو جمعها أو اكتشافها في التحقيقات الجنائية (Tambo, Ablateye, & Naa, A review on the role of emerging revolutionary nanotechnology in forensic investigations, 2020, p. 583).

ومن السمات التى تمتاز بها تلك التقنية في الحقل الجنائي؛ قدرتها على أن تعطي سرعة للطب القانوني وتساعد على تجنب التفسير الخاطئ كما تساهم في التقليل من عدد القضايا المعلقة في المحكمة في المستقبل القريب (Pandya & K Shukla, 2018, p. 6)

وفي ذات السياق فقد حقق فحص وكشف كافة الآثار الحيوية العديد من النتائج العلمية المذهلة والتفصيلية، سواء من خلال التعامل مع العينات البالغة الدقة في الحجم التي تتم قراءتها، أو من خلال مصداقية النتائج التي يتم الحصول عليها من الأجهزة المستخدمة في التحليل والفحص حيث تصل مصداقيتها إلى نسبة عالية من الدقة؛ ولعل ذلك يعود إلى الكفاءة العالية المستخدمة في إجراء كافة أنواع الفحوص الفنية وإلى استخدامها لأنظمة الحاسب الآلي المتطورة في جميع تطبيقاتها المتمثلة في عمليات المعايرة الدقيقة للأجهزة الحديثة، ومن هذه الأجهزة المستجدة ما يتعلق بفحص الدليل الحيوي والتقنية المستخدمة (مصبح، 2017، الصفحات 56-57).

المطلب الثاني

تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية

قد تثار إشكاليات متعددة عند جمع الأدلة الجنائية لإثبات الجريمة، وبخاصة لدي المحققين والسلطات المختصة في مسرح الجريمة، بيد أنه باستخدام وسائل وأجهزة التقنية المستحدثة (النانو تكنولوجي)، أصبح من الممكن سهولة مهمة المحققين والتي عن طريقهم يتم فحص آثار الدم، وكذلك

تحليل الحمض النووي، و كشف بصمات الاصبع، و الكشف عن المواد السامة، وأيضا كشف المتفجرات ، وهو ما نستعرضه على الوجه التالي:

اولا- اكتشاف بقع الدم عبر تقنيات النانو تكنولوجي:

يعد الدم (Blood) هو أحد أجزاء الجهاز الدوراني أو الدوري، ويعتبر أحد المنتجات الحيوية للكائنات الحية، ويمتاز بأنه سائل حيوي لزج ذات لون أصفر رائق تعطيه كرات الدم الحمراء اللون الأحمر، يتدفق عبر الأوعية الدموية من وإلى خلايا الجسم المختلفة، ويمثل الدم حوالي 5%- 7% من الوزن الكلي للجسم مشكلا بذلك ما نسبته 13:1 من وزن الجسم الكلي (حامد، 2022، صفحة 82)

ويعد اكتشاف وتحديد هوية الدم البشري من موقع الجريمة جانبًا أساسيًا في تحقيقات الطب الشرعي .أثبت أنه اختبار سريع للتعرف على الدم البشري في مسرح الجريمة (Paikrao, Tajane, Patil, & Dipale, 2022, p. 263)

ثانيا- تقنيات النانو تكنولوجي في تحليل الحمض النووي DNA analysis

يمكن أن تكون تكنولوجيا النانو واحدة من أكثر التقنيات حيوية .وجود المواد الوراثية هو الحمض النووي؛ من أهم الأدلة الثبوتية التي تساعد على التعرف على تواجد الشخص في مسرح الجريمة سواء كان الحمض النووي للضحية أو للجاني .في الوقت الحاضر، يتم استخدام الجسيمات النانوية المغناطيسية لاستخراج الحمض النووي من مصادر بيولوجية مختلفة مثل الدم والشعر والجلد والسائل المنوي واللعاب (Pandya & K Shukla, 2018, p. 5)

ثالثا- دور تقنيات النانو في كشف بصمات الاصبع

عندما يلمس الإصبع سطحًا ما، يتم ترك حوالي 0.1 ملجم من البقايا، والتي تشتمل على بصمة كامنة. عادة تصل نسبتها إلى 98-99% منها عبارة عن ماء، والذي سرعان ما يتبخر ليتركه وراءه ميكروجرام من المادة، والتي تتكون من مواد غير عضوية بكميات متساوية تقريبًا أملاح وخليط معقد من المكونات العضوية، بما في ذلك الأحماض الدهنية والدهون الثلاثية والأمينية الأحماض والفيتامينات والسكوالين واليوريا وما إلى ذلك (Menzel, 2001, p. 499).

وفي ذات السياق احتل الطب الشرعي النانوي واصبح مجال أساسي في تطوير بصمات الأصابع والكشف عنها، حيث أنه جعل تطوير بصمات الأصابع الكامنة على الأسطح المعقدة دقيقًا وسهلاً للغاية .وأصبح يقدم أدلة مختلفة للمحقق (Paikrao, Tajane, Patil, & Dipale, 2022, p. 258).

رابعا- تطبيقات النانو تكنولوجي في علم السموم الشرعي

يزداد تطبيق تكنولوجيا النانو بكفاءة أكبر في علم السموم الشرعي للكشف عن المواد السامة المختلفة وقياس كميتها من الأدلة البيولوجية الأساسية للطب الشرعي مثل؛ اللعاب والبول والدم والشعر والعرق والخلط الزجاجي، وكذلك من بقايا العظام وبصمات الأصابع الكامنة .علاوة على ذلك، يمكن استخدام مستشعرات النانو التي تم تطويرها باستخدام الجسيمات النانوية كبديل لاختبارات السمية في الموقع والتي تجعل فحص الأدوية أكثر فعالية من حيث التكلفة والسرعة والفاعلية (Paikrao, Tajane, Patil, & Dipale, 2022, p. 258).

خامسا- تطبيقات تكنولوجيا النانو تكنولوجي في كشف المتفجرات:

تعاظمت في الآونة الأخيرة حالات العنف والتطرف، وبخاصة أن تلك الحالات اقترنت بالعديد من الأحداث الخطيرة، حيث أصبحت نبرة الإرهاب تتعالي، وأصبحت صورته تتضح وتتطور بسبب المستجدات التي شهدها وجه العالم في العديد من الفترات الفارقة من التاريخ، علاوة على تأثير التغيرات على الصعيد العلمي، والتكنولوجي، والعسكري، والسياسي، حيث تطورت بصورة كبيرة فلسفة الإرهاب من صورة العمل الإجرامي الفردي الذى يتناوله بالتنظيم والتخطيط الشخص بمفرده، أو بواسطة مجموعة من الأفراد في دولة واحدة، أو عبر مجموعة من الدول، علاوة على ذلك فقد اتسعت مآرب وأهداف العمليات الإرهابية إلى تحقيق مآرب وأهداف شتي (حامد، فلسفة مفهوم الإرهاب ما بين التحديات والإشكاليات، 2022، صفحة 68) (حامد، فلسفة الجرائم الإرهابية وتطور أساليبها وأنماطها في ظل مستجدات العصر الحديث، 2023، صفحة 191)

وفي ظل تلك الأوضاع الخطيرة يتزايد بشكل كبير الأنشطة الإرهابية التي تعتمد على المتفجرات، و الأسلحة المتفجرة في ارتكاب الجرائم، حيث تنمو بصورة هائلة في التصنيع، علاوة على سهولة انتشارها، بالنظر لما تسببه من دمار هائل، و أضرار خطيرة .

وعليه فأن الحاجة ملحة لتقنيات متقدمة للكشف عن المتفجرات المخفية، وقد أثبتت تكنولوجيا النانو فائدتها في التعرف على آثار المتفجرات المحتملة من مسرح الجريمة (Paikrao, Tajane, Patil, & Dipale, 2022, p. 258)

ولهذا السبب وفي ظل تحديات تكنولوجيا النانو، حيث تتطلب الأخيرة حساسية ودقة بواسطة تقنيات تستهدف الكشف عن المتفجرات، وبخاصة أن الأخيرة تتنوع أنماطها، ويزداد عددها ، علاوة افتقار أجهزة استشعار حساسة وغير مكلفة، وفي ذات المقام ، تتضمن عملية الكشف جمع العناصر أو جسيمات المادة ومن ثم تحليلها بنظام استشعاري ذات حساسية عالية (kesarwani, 2020, p. 1794)

خاتمة:

قسمت دراستنا المتعلقة بموضوعَ " **فعالية تقنية النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية**"، إلي مبحثين؛ تطرقنا في المبحث الأول إلى بيان ماهية تقنيات النانو تكنولوجي، وبدوره ينقسم إلى مطلبين استعرضنا فيهم نشأة تقنيات النانو تكنولوجي وأهميتها، ثم تناولنا مفهوم تقنيات النانو تكنولوجي وأهم سماتها، في حين المبحث الثاني من البحث استعرضنا فيه أثر تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية، وقسمناه إلى مطلبين استعرضنا أهمية تكنولوجيا النانون في كشف وفحص آثار الجريمة ، ثم وضحنا تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية.

وخلصت دراستنا إلى مجموعة من النتائج والتوصيات:

اولا- النتائج:

1-تقنية النانو تكنولوجي لا تعد من الاختراعات الحديثة بل يعود للحضارات القديمة في مصر الفرعونة والحضارة الصينية والاغريقية

2- حققت تكنولوجيا النانو (تقنية الصغائر) باعتبارها احد التقنيات المتطورة آفاقا لها ابعاد مختلفة على صعيد جميع العلوم بصفة عامة، استخدمت تقنيات النانو تكنولوجي في العديد من المجالات العلمية والصناعية والهندسية والعسكرية وعلوم الفضاء وتحسين القطاعات التكنولوجية نتيجة ازدياد كفاءتها ومصدقيتها، علاوة على سهولة استخدامها

3- النانو في مجال العلوم جزء من مليار(جزء من ألف مليون)،وقد يطلق عليها مصطلح "نانو تكنولوجي" "تقنية الصغائر"، او "النانو تكنولوجي" او "التقنيات المتناهية في الصغر "،" تكنولوجيا المنمنمات"، "تكنولوجيا الجيل الخامس"، "التكنولوجيا المجهرية الدقيقة"

4- يعرف النانو تكنولوجي بأنه ذات العلم الذى لديه القدرة على تغيير والتحكم في شكل وحجم الذرات وجزيئات المادة لتكوين بعض المواد الجديدة متناهية الصغير ذات خصائص وسمات لها ذاتية واستقلالية

5- انعكس تأثير التطورات المتزايدة بدور كبير في التحقيقات الجنائية التي تستهدف الكشف عن الجريمة والقبض على مرتكبيها ، وإثبات هويتهم، كما حظيت تلك التقنية بأهمية كبيرة بهدف كشف وفحص آثار الجريمة المرتكبة على مسرح الجريمة

6- تتعدد تطبيقات تقنيات النانو تكنولوجي في علوم الأدلة الجنائية، خاصة انها ساهمت في تسهيل مهمة المحققين والتي عن طريقهم تحقق فحص آثار الدم، وكذلك تحليل الحمض النووي، و كشف بصمات الاصبع، و الكشف عن المواد السامة، وأيضا كشف المتفجرات

ثانيا- التوصيات:

1-أهمية الدراسات والبحوث التي تتناول تكنولوجيا النانو تكنولوجي ، وبخاصة أنها تعد من مستحدثات العصر، وبيان اهميتها على الصعيد القانوني بصفة عامة ، والجنائي بصفة خاصة، لما تحققه تلك التقنية من فعالية كبيرة في كشف الجريمة و المجرم .

2- أهمية تكنولوجيا النانو تكنولوجي لدي رجال العدالة الجنائية من رجال ضبط قضائي ، ومحققين ، وقضاه في الاعتماد على ذات التقنية في العديد من القضايا وكشف غموضها والتوصل إلى الحقيقة .

3- العمل على تأهيل وتدريب رجال الخبرة والكوادر العلمية ذات الشأن بذات التقنية بشكل دوري ومستمر عن طريق تزويدِها بأحدث الوسائل والمختبرات والأجهزةِ العلمية والمعامل الجنائية ذات التقنية الحديثة

4- التعاون مع الدول والمؤسسات السباقة في ذات المجال و الاستفادة منها .

قائمة المراجع:

Abdullaeva, Z. (2017). *Synthesis of nanoparticles and nanomaterials.* Switzerland: Springer.

Kelley , S., & Sargent, T. (2012). *Introduction to Nanotechnology: The New Science of Small.* Teaching Company.

kesarwani, S. (2020). Nano-forensic: New Perspective and Extensive Applications in Solving Crimes. *Latent in applied nanobioscience, 1*(10).

Menzel, E. R. (2001). Recent Advances in Photoluminescence Detection of Fingerprints. *The Scientific World Journal, 1*.

Paikrao, H. M., Tajane, D. S., Patil, A. S., & Dipale, A. D. (2022, February). *Applications of Nanotechnology in Forensic Science. In: Engineered Nanomaterials for Innovative Therapies and Biomedicine. Cham.*

Pandya, A., & K Shukla, R. (2018). New perspective of nanotechnology: role in preventive forensic. . *Egyptian Journal of Forensic Sciences, 8*.

Parvathi, V. D. (2017). A Practical Manual on Synthesis of Nanoparticles and its Applications in Biology. (1, Ed.) *DigitalAge Publishers*.

Sonali, K. (2020). Nano-forensic: new perspective and extensive applications in solving crimes. *Latent in applied nanobioscience, 10*(1), 1792.

Tambo, F., Ablateye, D. N., & Naa, D. (2020, December). A review on the role of emerging revolutionary nanotechnology in forensic investigations. *Journal of Applied and Natural Science, 4*(12).

زينب طارق عبد الأمير. (سبتمبر, 2023). الطبيعة القانونية للمسؤولية الناجمة عن استخدام تقنية النانو. *مجلة الدراسات المستدامة، 5*(4).

سلطان سعيد آل جابر. (فبراير, 2021). دور تقنيات النانو في التحقيقات الجنائية. *مجلة العلوم الجنائية*(7).

المستقبلية, مخاطر تكنولوجيا "المتناهي في الصغر" في المستقبل: مراجعة كتاب "هل ينبغي لنا أن نخاف من "النانو"؟ (2017). *مجلة استشراف للدراسات المستقبلية*(2)، 312.

رباب محمود الشريف. (يوليو , 2023). مفهوم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها ، مجلة الأمن القومي والاستراتيجية. *مجلة الأمن القومي والاستراتيجية، 1*(2)، 166.

عبد الرحمن محمد الضباح. (فبراير, 2021م). مقدمة عن تقنية النانو الجنائية. *مجلة العلوم الجنائية*(7).

عمر عبدالمجيد مصبح. (مارس, 2017). توظيف تقنية النانو في إعادة بناء مسرح الجريمة: الواقع والمأمول. *مجلة القانون المغربي*(34)، 109.

فايز حداد. (تشرين الثاني , 2013). التكنولوجيا الدقيقة(النانو تكنولوجي). *مجلة المعرفة*(602).

كرم عبد المنعم حامد. (تشرين الثاني- نوفمبر, 2022). فلسفة مفهوم الإرهاب ما بين التحديات والإشكاليات. *مجلة قضايا التطرف والجماعات المسلحة، 3*(9)، 68.

كرم عبد المنعم حامد. (تشرين الثاني/نوفمبر , 2022). مظاهر قدرة الله .. الدم ومكونات السائل الأعجوبة في الكائنات الحية. *الآفاق العلمية*(3).

كرم عبد المنعم حامد. (نوفمبر, 2023). فلسفة الجرائم الإرهابية وتطور أساليبها وأنماطها في ظل مستجدات العصر الحديث. (أكاديمية ستار دوم، المحرر) *مجلة ستار دوم للدراسات القانونية والسياسية*(2).

ماجد سالم الرقيشي. (2010). تقنية النانو تكنولوجي Nanotechnology. *مجلة التنمية المعرفية*(3).

محمد شريف الإسكندراني. (أبريل, 2010). تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل. *علم المعرفة*(374).

منتصر عثمان هلال. (يناير, 2013). نظرة مستقبلية للعقول الرقمية في عصر النانو تكنولوجي. *مجلة كلية التربية، 10*(65)، 131.

استخدام النانو تكنولوجي في المجال الطبي

The use of nanotechnology in the medical field

د. وصال بغدادلي
أستاذة جامعية وباحثة في الكيمياء الفيزيائية بجامعة العلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف، وهران. الجزائر.
University of Science and Technology Mohamed Boudiaf, Oran. Algeria

الملخص:
يشيد العصر الحالي تغيرات علميه وتكنولوجيه كثيره وتحرك سريع نحو التقدم العلمي تمثل في عدد من الثورات التكنولوجية والتي اخرها النانو تكنولوجي كما خلصت الدراسات والابحاث في مجال التقنية النانو الى امكانيه استخدامها طبيا في تشخيص الامراض من بينها تشخيص مرض السرطان ويهدف هذا البحث عن مفهوم تقنيه النانو في الشفاء من السرطان عن طريق استخدام بلورات النانو وادويه النانو ونتائجها على مستوى العالمي.
تتمتع الجسيمات النانوية بخصائص بصريه ومغناطيسيه وكهربائية فريدة. لما السرطان في استخدام هذه على الخلايا، والبيئة الميكروية للورم، والمناعة المضادة للأورام. تساعد الجسيمات النانوية الاطباء في التغلب على سميت العلاج الكيميائي متوفر توصيلا مستهدفا للأدوية المضادة للسرطان الى الورم وتحسين تو افرها الحيوي وتدمر الورم بمجال مغناطيسي غير ضار بالأنسجة السليمة. ان دمج تقنيه النانو في علاج السرطان هو السبيل الى العلاج الكيميائي أكثر فعالية وخالي من الاثار الجانبية وعلاج موجه وعلاج مناعي بالإضافة الى تطوير طرق جديده اساسيه لعلاج السرطان.

Abstract:
The current era is witnessing many scientific and technological changes, and rapid movement towards scientific progress, represented by a number of technological revolutions, the latest of which is nanotechnology. Studies and research in the field of nanotechnology have also concluded that it can be used medically in diagnosing diseases, including diagnosing cancer.
This research aims to reveal the concept of nanotechnology in curing cancer by using nanocrystals, nanomedicines, and their results at the global level.
Nanoparticles have unique optical, magnetic and electrical properties. Cancer scientists have successfully used these properties to influence cancer cells, the tumor microenvironment, and antitumor immunity. Nanoparticles help doctors overcome the toxicity of chemotherapy, provide targeted delivery of anti-cancer drugs to the tumor and improve their bioavailability, and destroy the tumor with a magnetic field that is harmless to healthy tissue. The integration of nanotechnologies into cancer treatment is the path to more effective and side-effect-free chemotherapy, targeted therapy, and immunotherapy, as well as the development of fundamental new methods for cancer treatment.
Key words: nanotechnology, cancer, tumor, nanomedicines.

مقدمة:

خلال السنوات القليلة الماضية برز مصطلح جديد أرقي بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير هذا المصطلح هو تقنيه النانو او كما يسميه البعض بتكنولوجيه النانو فهذه التقنية وبكل بساطه ستمكننا من صنع اي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة بجانب بعضها البعض بشكل يفوق الخيال. [1]

في بداية القرن العشرين وضع العالم الالماني بول اهريليش PAUL EHRLICH نظريه الرصاصة السحرية والتي ستكون موجهه وفعاله ضد العوامل الغير الطبيعية في جسم الانسان. اصبحت هذه هي حقيقيه اليوم وذلك بفضل ادخال تقنيه النانو في تطوير العلاج صناعه الأدوية النانوية. [2]

يعد السرطان واحد من اهم اسباب الوفيات في مختلف دول العالم وهو مشكله صحية كبرى ومتزايدة في جميع انحاء العالم، السبب الرئيسي الثاني للوفاة في السنوات الأخيرة، يتسبب السرطان في حوالي تسعه ملايين حاله وفاه كل عام (سنه 2022 شهيده وقوع نحو 20 مليون حاله سرطان جديده و9.7 مليون وفاة)، وين انتشار هذا المرض قد زاد مؤخرا بشكل كبير في مختلف الدول مما ادى العلماء الى التفكير والبحث عن طرق علاجيه تستهدف هذا المرض. من هنا برزت الحاجة الى استخدام تقنيات علاجيه وتشخيصيه دقيقه تكون اداه بين العلماء لمحاربه السرطان ولهذا طولت تقنيه النانو التي تعتمد على استخدام الجزيئات الدقيقة التي تتراوح احجامها بين 1-100 نانو متر والتي لها القدرة على الارتباط باي ماده مثل الاجسام المضادة والأدوية المضادة للسرطان وغيرها. [3][4][5]

احدى افكار وراء استخدام تكنولوجيه النانو في علاج السرطان بسيطة للغاية، تهدف الى تأثير الدواء المضاد للسرطان من خلال العلاج لعدم اتلاف الخلايا السليمة. [6]

توصيل الدواء الى قلب الخلايا المريضة والنجاح في استهداف الخلايا السرطانية فقط وتشخيص الامراض في وقت مبكر وعلاجها في وقت واحد وتجديد العضو، والقرنية، والاسنان... هذه هي وعود طب النانو هذا الفرع الجديد من الطب الذي يستخدم تقنيات النانو، مع مجالين رئيسيين للتطبيق التشخيص والعلاج. اليوم معظم المنتجات المعتمدة على جسيمات النانوية تتعلق بعلم الاورام. [7]

يمكن للذكاء الاصطناعي ان يساعد الاطباء من خلال مزج الكثير من البيانات للتأثير في نهاية المطاف على علاجات. في هذا المنظور لدعم القرار العلاجي يتيح الذكاء الاصطناعي تحسين التشخيص وتسريع القرارات العلاجية وفي النهاية تحسين رعاية المرضى. [8]

I. تعريف الطب النانوي:

طب النانو هو التطبيق الطبي لتقنيه النانو الذي يعد بتقديم ادوات بحثيه مفيدة، وانظمه متقدمة لتوصيل الأدوية، وطرق جديده لعلاج الامراض او اصلاح الأنسجة التالفة، كما ان توصيل الأدوية الخلوية هو حاليا التطبيق الاكثر تقدما لتقنيه النانو في الطب.

يتم تطوير جزيئات النانو لتحسين التوافر البيولوجي للأدوية، وهو ما يمثل قيدا رئيسيا في تصميم ادويه جديده. تمتص الخلايا الجسيمات الدهنية او البوليميرية النانوية بدلا من ازالتها من الجسم بسبب صغر حجمها يمكن استخدام هذه التقنية النانوية لتوصيل الأدوية الى الخلايا التي قد لا تكون قادره على استقبالها بمفردها. يمكن لمرافقاتي الجسيمات النانوية ايضا استهداف انواع معينه من الخلايا على وجه التحديد، مما قد يقلل من السمية ويزيد من الفعالية. [1]

II. استخدام تكنولوجيه النانو في الطب:

تمثل تقنيات النانو تحديا تحديات مهمه في الطب على مستويات مختلفة مثل الوقاية والتشخيص المبكر وحتى المراقبة العلاجية. ان افاق تقنيات النانو عديده:

- التصوير الطبي: تمثل الجسيمات النانوية بديلا مثيرا للاهتمام لمنتجات التباين التي يتم حقنها بشكل عام في الجسم، من شانها تحسن دقه الصور التي تم الحصول عليها بينما يتحملها الجسم بشكل أفضل. كذلك يمكن التحكم بتلك الخلايا وتشكيلها بأشكال مختلفة. [9]

تعتمد العديد من تقنيات التصوير (التصوير بالأشعة، التصوير بالرنين المغناطيسي، التصوير الضوئي، الخ) على تتبعي تطور منتجات التباين المحقونة في الجسم. تمثل الجسيمات النانوية بديلا مثيرا للاهتمام للعوامل المستخدمة حاليا (فلوريدات العضوية او النظائر المشعة): يمكنها بالفعل تحسين دقه وخصوصيه الصور التي تم الحصول عليها مع تحملها بشكل أفضل من قبل الجسم. اليوم يتم استغلال خصائصها بالفعل في التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) حيث يتم استخدام جزيئات اكسيد الحديد النانوية لفحوصات معينه في علم الاعصاب او لتصوير نظام الأوعية الدموية. يستمر البحث في توسيع لوحه العوامل والتقنيات النانوية المتاحة التي يمكن استخدامها فيها.

التطبيقات الاخرى قيده التطوير على سبيل المثال يتم تطوير الجسيمات النانوية الضوئية للتفاعل في وجود المركبات المشتقة من الاليات الفيزيولوجية المرضية مثل الانواع التفاعلية للأكسجين المرتبطة بوجود عمليات الالتهابية او الورم. يمكن بعد ذلك ملاحظه التلألؤ الضوئي من خلال التصوير الطبي.

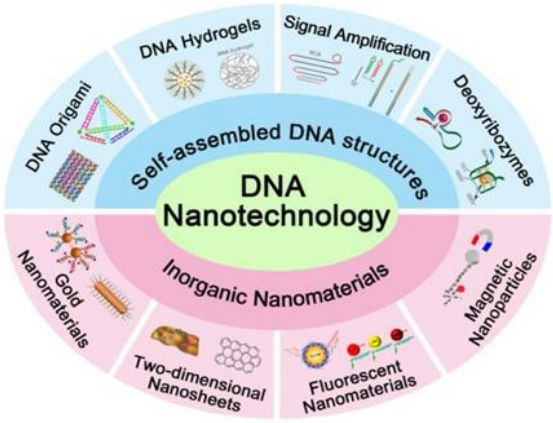
في المستقبل يمكن ان تتطور ايضا نهج التصلب الحراري الفكرة هي تطوير متجه نانوي، يجمع بين عامل التشخيص والعامل العلاجي من اجل توفير تصوير عالي الدقة للعلاج الشاذ والمستهدف في نفس الوقت. [10]

- التحليلات البيولوجية: يمكن ان يساعد تطوير الرقائق الحيوية في الوقاية من بعد الامراض او تشخيصها مبكرا والتي تحدث لها العديد من الظواهر البيولوجية على المستوى الجزيئي والاعراض ليست سوى النتيجة المتأخرة التي يمكن تحديدها على المستوى العياني. [9]

رقائق حمض النووي DNA: تستخدم الاسلاك النانوية كمجسمات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها العالية وحجمها النانوي، وهي عباره عن صفائح صغيره مصنوعة من البلاستيك او الزجاج او السيليكون حيث يتم طلاء هذه الاسلاك

النانوية بأجسام مضادة مصنعه بحيث انها تلتصق فقط بالجزيئات الحيوية (DNA)، او البروتينات، او الجسيمات البيولوجية الاخرى الموجودة داخل الجسم، وليس غيرها من الجزيئات الاخرى. وعندما ترتبط هذه البروتينات او غيرها بالأسلاك النانوية المطلية فسوف تتغير توصيليتها وبذلك يمكن استخدام هذا المجسم الحيوي النانوي في اكتشاف عدد كبير من الامراض في مراحلها الأولية. وذلك بإدخال اعداد كبيره من الاسلاك النانوية داخل الجسم يتم تثبيت عشرات الالاف من الخيوط الحمض النووي ذات تسلسلات محدده حيث تم طلائها بأجسام مضادة مختلفة. تمثل مجسمات مختلفة وذلك للكشف عن مكملاتها في البيئة البيولوجية المدروسة الدم والبول وغيرها. فهي تتيح امكانيه تسليط الضوء على وجود مسببات الامراض الفيروسية او البكتيرية او تحديد طفله معينه لمرض وراثي.

تستخدم الجسيمات النانوية المصنعة من عناصر الأرضية النادرة لإزالة الفوسفاط في الدم عند المرضى مصابين بفرض الفوسفاتية في الدم. تلعب تقنيه النانو دورا كبيرا في تحسين هندسه الأنسجة الحية وعلاج الخلايا وذلك يشمل استخدام الخلايا الحية او المركبات الطبيعية او المصنعة يتم زراعتها داخل الجسم الحي. [9] [11]



الصورة 1: رسم تخطيطي للتطبيقات المختلفة المرتبطة بتكنولوجية النانو DNA

https://www.mdpi.com/1422-0067/19/6/1671

- لإصلاح او استبدال العظام او الجلد او الأنسجة العصبية او القلبية: تعتبر المواد الحيوية النانوية مثيره للاهتمام بشكل كبير متوافقة حيويا ويمكن هيكلتها بحيث يكون لها سطح يحاكي سطح الأنسجة الفيسيولوجية.

كما ان الادوات الجراحية اصبحت الان هدفا للتطوير وتحسين باستخدام تقنيه النانو حيث أمكن تصميم مبضع جراحي يعتمد على ماده الالماس النانوية والذي يقطع بدقه متناهيه خلال كرة العين. [9] [11]

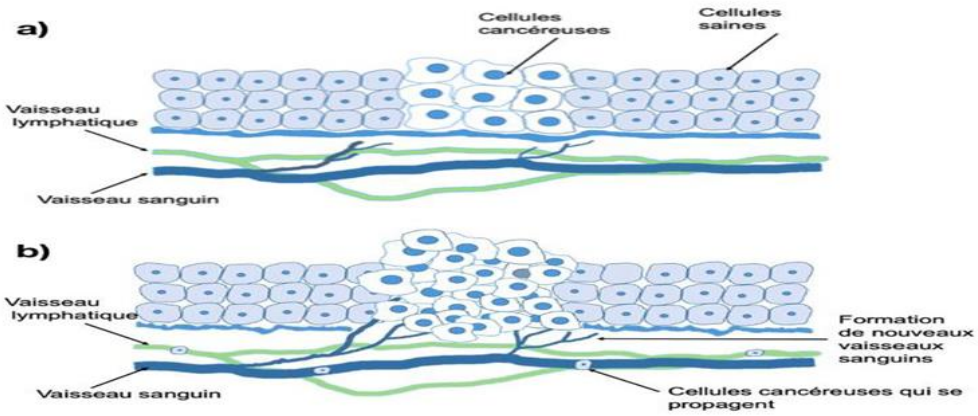
III. الفرق بين العلاج الكيميائي وطب النانو:

العلاج الكيميائي هو أحد التقنيات الاكثر استخداما. حقن الأدوية في مجرى الدم للقضاء على كتله الورم او تقليلها. تقنيه فعاله لكنها للأسف غازيه. في الواقع يتطلب هذا العلاج استخدام عائلات مختلفة من الأدوية المصممة لوقف انقسام النواه الخلية من خلال استهداف الخلايا سريعة الانقسام بشكل فعال. الخلايا السرطانية من بينها وكذلك

الخلايا المشاركة في نمو الشعر او تجديد الطهارة المعوية وخلايا الدم. يمكن ان يؤدي ذلك الى اثار جانبيه معروفه مثل تساقط الشعر وانخفاض خلايا الدم البيضاء وفقر الدم والغثيان وما الى ذلك.

ترجع العديد من الاثار الجانبية المذكورة اعلاه الى حقيقة ان العلاجات لا تستهدف الخلايا السرطانية فحسب، بل تستهدف الخلايا السليمة ايضا.

وبالتالي لتحسين خصائص العوامل المضادة للأورام الموجودة تم تطوير مفهوم العقاقير النانوية (nano carriers)، الأدوية المضادة للسرطان لقد تطورت. المبدأ هو احاطه الدواء في قفص جزئي لزيادة الخصائص الحركية الدوائية للدواء وتطعيم جزيء يسمى ligand علاها على سطح هذا القفص النانوي مما يسمح بتركيز القفز النانوي حول موقع الورم. [12]



الصورة2: تمثل أ(المرحلة الأولية لتطور الورم. ب(مرحلة متقدمة من تطور الورم تتميز بتكوين الأوعية الدموية .يقوم الورم بتطوير أوعية خاصة به من خلال الأوعية الموجودة وهذا يسمح لها بالتغذية والانتشار إلى مواقع أخرى عبر الجهاز اللمفاوي أو الدم)ورم خبيث، سرطان(.

https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-des-materiaux/nanomedicaments-contre-le-cancer

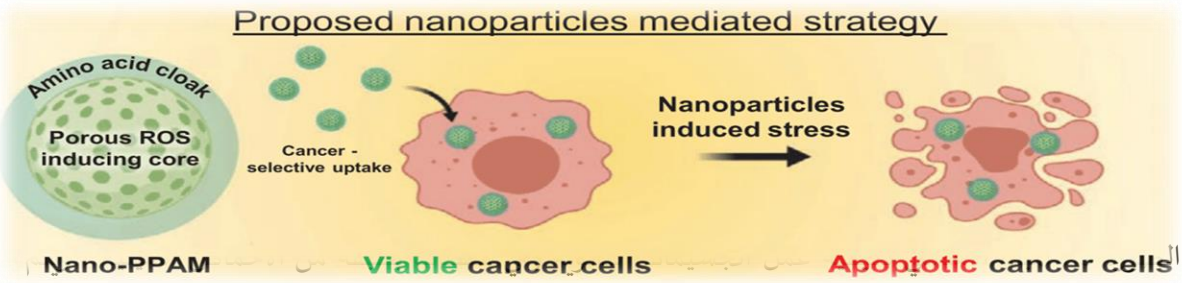
IV. علاج السرطان بالنانو:

السرطان هو مجموعه من التغيرات التي تميز بنمو غير منضبط للخلايا الغير الطبيعية تشكل العقدة داخل نسيج اي ورم. منذ 2015 أصبح مرض السرطان سبب رئيسي للوفيات حول العالم. (GLOBAL BURDEN OF DISEASE CANCER COLORATION 2019).

جزيئات النانوية صغيره جدا مقارنه مع الخلايا السرطانية وبالتالي يمكن نقلها بسهوله من خلال الأوعية الدموية والتي بدورها تتفاعل مع بروتين الخلية على سطح الخلية وداخلها وبالتالي تكون هذه الجزيئات بمثابة المركبة التي تعمل

على نقل العلاج الى الخلية السرطانية بشكل دقيق وهذا ما يعتبره العلماء بمثابة العلاج السلاح الجديد لمحاربه هذا المرض. [3]

- اقترح الباحثون في سنغافورة منهجا جديدا لتدمير السرطان ومكافحته. وهي عباره عن جسيمات نانوية مغلفه بأحماض الأمينية التي تقتل الخلايا السرطانية من الداخل. قدم الباحثون طريقه مبتكره لتدمير الخلايا السرطانية تعتمد فكرتهم على استخدام الجسيمات النانوية والتي بمجرد دخولها الى الخلية الغير الطبيعية المصابة تقوم بتدميرها. تصور الباحثون السنغافوريون جسيما نانوي يسمى Nano-pPAAM يبلغ قطره حوالي 30 نانومتر الذي ثبتوا عليها حمض اميني اساسي فينيل الالنين (L-Phénylalanines)، تنتقل الجسيمات النانوية بواسطة النقال LAT-1 لتلبيه احتياجات الخلية للأحماض الأمينية لكن بمجرد دخولها ستدفعها للانتحار. في الحقيقة داخل السيتوبلازم الاجسام النانوية تعتبر السام دخيله حيث تقوم الخلية بالقضاء عليها بشتى الطرق. اظهر الباحثون في منشورهم ان وجودهم ينشط المسارات عمليه التأكسد وهي اليه الدفاع الخلوية والتركيز العالي جدا لأنواع الاكسجين التفاعلية ROS (réactive oxygène spa species) في الخلية يؤدي الى موتها او ما يسمى بالموت المبرمج. هذا هو الجزء النظري لكيفيه عمل جزيئات النانوية. الباحثون ايضا اجروا التجارب في مختبرات (In vivo) وعلى الاجسام الحية (In vitro) لكي يشهدوا على فعالية Nano-pPAAM مقارنه بحجم الاورام. [13]



استيعابها بواسطة الخلايا السرطانية قابلة للحياة في السيتوبلازم. فإنها تحفز الاجهاد التأكسدي الذي يؤدي الى موت الخلايا. © زوران واخرون

https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/cancer-ces-nanoparticules-detruisent-cellules-cancereuses-medicaments-15191

- جزيئات الذهب النانوية مع مركب موجود في الشاي لعلاج السرطان. قام باحثون من جميع من جامعه ميسوري بأمريكا انه عندما تم جمع بين جزيئات الذهب الصغيرة المشعة ومركب موجود في اوراق الشاي قد يعالج السرطان البروستات أفضل من العلاج الكيميائي. واوضح البروفيسور كاتيش كاثي استاذ الأشعة والفيزياء في كليه الطب والآداب والعلوم وباحث رئيسي فيMU، انه عند دمج عنصر الشاي مع جزيئات الذهب المشعة والتي تسمى هذه العملية ب (EGCG Epigallocatechin Gallate). ساعد الشاي في ايصال الجسيمات النانوية الى موقع الاورام وتدميرها بشكل فعال. تتمتع هذه الجسيمات النانوية بخصائص كيميائية اشعاعيه ولها نصف عمر قصير جدا يبلغ 2.7 يوما، وتم حقن

المركب لمره او مرتين فقط وظلت الجسيمات النانوية موضعيه في موقع الورم واستمر النشاط الاشعاعي لمده ثلاثة اسابيع فقط وتقلصت الاورام بالنسبة 80% خلال 28 يوم فقط. [14] [15]

الصورة4 : التمثيل التخطيطي لجزئيات الذهب النانوية واكسيد الحديد ونقاط الكمية.

https://www.memoireonline.com/04/22/12902/Les-nanomedicaments-une-approche-intelligente-pour-le-traitement-du-cancer.htm

• كذلك تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية طولها حوالي 120 نانومتر وأصغر من حجم خليه السرطان ب 170 مرة. تحقن هذه الأغلفة في الجسم وتلتصق تلقائيا بالخلايا السرطانية، ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة الليزر تحت الحمراء والتي تعمل على تسخين الذهاب ورفع درجه حرارته مما يؤدي الى احتراق الخلايا وموتها.

• فريق من الباحثين في المستشفى الجامعي ينا Jena بألمانيا يعملون على انشاء جسيمات نانوية مغناطيسيه متعددة الوظائف لتشخيص وعلاج السرطان وذلك منذ سنه 2021. قام العلماء بالبروتوكول على اجسام حيوية حيوانيه وزراعيه وتم الحصول على نتائج قبل السريرية ممتازة. وبعدها تم اختبارها سريريا في المستشفيات في اوروبا وظهرت نتائج جيده حول تأثير الجسيمات النانوية مع الخصائص الفيسيولوجية لجسم الانسان. والى يومنا هذا التجارب سارية. [16]

• قام البروفيسور الدكتور في الطب كريستوف اليكسو في قسم طب الاورام وطب النانو SEON في جامعه ارلنجن Erlangen بألمانيا بإنشاء مركب نانوي مضاد للأورام وبذاكره مغناطيسيه لإيصالها للأورام واطلاقه مع ادويه العلاج الكيميائي. يتكون من جسيمات نانوية لأوكسيد الحديد المغنط الفائق SPION، الذي هو مركب اساسي في ادويه العلاج الكيميائي واستخدامه في النواقل والتصوير التشخيصي للأورام السرطانية. اليه التفاعل حدثت كالتالي اخترقت الجسيمات النانوية المعدنية الخلية الخبيثة مما ادت الى اتلاف هياكل الخلية مثل DNA وRNA وايضا اتلاف الخلية السرطانية بأكملها بسبب المركب النانوي الثاني وهو العلاج الكيميائي. الفريق قام بتطوير وتوحيد الجسيمات النانوية

الطبية لسنوات كتحديد الحجم الشكل التركيبة الكيميائي الطلاء الخارجي وقدرتها على اختراق الخلايا وتأثيرها على عملياتها الأيضية وما مدى سميتها. [16]

- قامت كورنيليا باليفان استاذه الكيمياء الفيزيائية بجامعه بازل وعضو المعهد السويسري لتقنيه النانو في بازل، في أحد المقابلات بجوابها على احدى الأسئلة قائله بانها تعمل على تطبيق تقنيه النانو في مجالات مختلفة من بينها المجال الطبي، حيث تقوم هي وفريقها بصنع كبسولات النانو لا يتجاوز نصف قطرها 100 نانو متر تقوم بحشويها بإنزيمات وبروتينات ويقوم الجسم بامتصاصها وتفاعلها مباشره. استخدمت الأستاذة مواد هجينه حيوية في عربات نانوية مما تمكننا من الحفاظ على وظائف الانزيمات والبروتينات وتأدية نشاطها بشكل فعال. ظلا عن ان من شان كبسولات النانو الاصطناعية ان تحمي جزيئات الحيوية وتبقيها سليمه. [17]

في مستشفى فودا Feda للسرطان في الصين تستخدم عند تقنيات متطورة في علاج الاورام السرطانية من بينها:

- في سنه 2011 وفي الولايات المتحدة تم تطوير النانو نايف وتمت الموافقة عليه من قبل اداره الغذاء والدواء الأمريكية" لاستئصال ورم الأنسجة الرخوة" واعتمد عليه أكثر من 100 مستشفى سرطان اساسي في جميع انحاء العالم هذه التكنولوجيا اظهرت سلسله من التجارب والدراسات السريرية النانو نايف لها مزايا لا تتمتع بها تقنيات اخرى.

- التثقيب الكهربائي IRE (Irreversible Electroporation) ويسمى ايضا الاستئصال بسكين النانو، يمكن ان يحفز بدقه موت الخلايا ويقضي على الورم تماما دون حدوث اي ضرر حيث يمكن تقليل الاضرار الناجمة عن العمليات التقليدية.

العملية تتمك الاتي يحدثون ثقبه بإبرة القطب بقطر 1 من في الورم من خلال الجلد وحساب ورسم الحجم والمجال الكهربائي المتوقع باستخدام تقنيه الكمبيوتر ثم يطلق النانو نايف نبضات قصيره من الحقول الكهربائية العالية، ويدمر البنيه الثنائية للطبقة الدهنية لأغشية الخلايا السرطانية، حيث تتشكل العديد من الجسيمات النانوية التي لا رجعت فيها على الغشاء ويغير نفاذية اغشيه الخلايا ويسمح لجزيئات الاحجام المختلفة بالدخول الى الخلايا والخروج منها بحريه مما يؤدي الى موت الخلايا ويتم استبدال منطقه العلاج تدريجيا بالأنسجة الطبيعية. وقت العملية قصير للغاية ولا يلزم سوى خمس دقائق لعلاج الورم بحجم 3 سم.

السرطانات المستهدفة هي سرطان البنكرياس، الكبد، الكلى، البروستاتا، المرارة الخ ... [18]

- وايضا يوجد تقنيه التدخل في الغلاف المجهري للسرطان CMI (Cancer Microsphere Intervention)، ادويه العلاج الكيميائي المختلفة يتم خلطها في جزيئات بحجم النانو او الميكرون ويتم حقنها في الشلال الذي يزود الورم بالدم بطريقه تدخليه والتي تساعد على تركيز الدواء في الورم او المنطقة المصابة وايضا تقليل من جرعه الدواء واثاره الجانبية.

السرطانات المستهدفة: سرطان الثدي، الامعاء، المعدة المرء، الكبد، الرئة، ورم الرأس والرقبة والسرطان اللمفاوي الخ... [19]

• عندها حقن جسيمات سلينيد الكادميوم (النقاط الكمية) داخل الجسم فإنها تتجمع داخل الخلايا السرطانية بشكل انتقائه وفي حاله تعريض المنطقة المستهدفة لضوء فوق البنفسجي فان الجسيمات تضيء مما يساعد في تحديد الخلايا الخبيثة وازالتها بدقه. [11]

V. أدويه بتقنيه النانو تكنولوجي لعلاج السرطان:

في الآونة الأخيرة تم تطوير ادويه لعلاج الاورام وذلك بتوصيل الجسيمات النانوية عن طريق الدواء البوليمرات الصناعية والبروتينات والجسيمات الشحمية وغيرها والهدف من ذلك تحسين جوده ونوعيه الدواء وفعاليتها ضد الخلية المستهدفة. وهذا مهم لمرضى السرطان يجب ايصال الدواء بالكمية اللازمة الى الخلية المستهدفة وبكميه ملائمه كما يتحلل ببطء دون تأثير على الأنسجة السليمة. كل هذه العوامل ساهمت بشكل كبير في القبول السريري لإيصال الدواء عن طريق تقنيه النانو. [3]

يوجد في السوق 10 ادويه نانوية لعلاج الاورام (البروفيسور باتريك كوفور المتخصص في طب النانو بجامعه باريس الجنوبية 2016)

• في سنة 1995، كان دوكسيل (doxorubicine liposomale) اول دواء يعتمد على الجسيمات النانوية المستخدمة في علاج السرطان يحصل على ترخيص التسويق في الولايات المتحدة. وهذا ما مهد الطريق للعديد من الأدوية النانو لعلاج الامراض المختلفة ستشمل هذه العلاجات النانوية جزيئات عضويه وغير عضويه يتم تناولها موضوعيا او يتم اخذها عن طريق الجسم. [12]

• في سنه 2013 البروفيسور باتريك كوفرو والباحثون تحصلوا على جائزه المخترع الاوروبي لتطوير الكبسولات النانوية لتوصيل العقار الى السرطان. العملية تمتك الاتي، وضع جزيئات الدواء العلاج الكيميائي في كبسولات 70 مره أصغر من حجم كريات الدم الحمراء وتعمل هذه الكبسولات الا عند وصولها للمنطقة المستهدفة (الخلية السرطانية). [16]

• قامه الباحثون كل من جياوين لي، و لي تشانغ، و دونج وو وزملائه بصناعه روبوتات نانوية ACS Nano على شكل السمكة ويقومون بتوجيهها مغناطيسيا ويمكن تغيير شكلها على حسب تغيير درجه حموضه Ph موقع الورم السرطان وذلك لانخفاضه. يقوم الروبوت بفتح فمه لإطلاق العقار العلاج الكيميائي وقتل الخلايا المصابة. [20]

• استخدام الجزيئات النانوية كمصدر للحرارة لتحسين العلاج الكيميائي وتقليل عدد الجلسات والجرعات الكيمياوية. Nanobiotix قناه بتطوير التقنية تجميع جسيمات اكسيد الهافينيوم يتم حقنها للمريض قبل العلاج الاشعاعي وتفقد الخلايا السرطانية لزياده قدره الأشعة السينية على تدميرها. تحصلت المؤسسة NBTXR3 من اداره الغذاء والدواء الأمريكية FDA على" المسار السريع" لدراستهم لسرطان الراس والرقبة بهذه التقنية. [21]

• في فرنسا تاريخ من معهد غاليان Galien بجامعه باريس الجنوبية والمركز الوطني للأبحاث العلمية CNSR المهتم بسرطان الكبد بتطوير دواء نانو ضد هذا المرض يدعى Livatag. حصل هذا الدواء على "المسار السريع " fast track من اداره الغذاء والدواء الأمريكية وكانت نتيجته بعد 18 شهرا من استخدامه البقاء على قيد الحياة بنسبه 88.9% مقارنه بالعلاج التقليدي. [22]

الجدول 1 :أمثلة على الادوية النانوية المستخدمة حاليا

نوع السرطان	التركيبة الدواء
الثدي والرئة والبنكرياس	Doxorubicine
الجسيمات الشحمية PEGylated	Doxil
سرطان المبيض سرطان البنكرياس المتقدم	
المايلوما المتعددة الجسيمات الشحمية PEGylated	Onivyde
سرطان الثدي النقلي Doxorubicine	
الجسيمات الشحمية Myocet	
ساركوما العظيمة Muramy ltripeptide	
-phophatidyl	
ethanolamine	
الجسيمات الشحمية MEPACT	

https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-des-materiaux/nanomedicaments-contre-le-cancer

VI. أجيال ادوية النانو:

- الجيل الأول من ادوية النانو:

تستهدف ادويه النانو من الجيل الاول الكبد وتعتمد على استخدام الجسيمات النانوية التي تسمى الجسيمات الشحمية. عباره عن حويصلات صغيره تتكون اغشيتها من طبقات ثنائيه من الدهون واليك كيفية عملها: يتم حقن هذه الأدوية النانوية عن طريق الوريد ثم يتعرف عليها الجسم كمواد غريبه. غدا عن ذلك يقوم الجسم بتغليفها بالبروتين، مما يشير بوضوح الى انها اجسام غريبه حتى يمكن للكبد استقبالها. وهذه الطريقة فعاله لعلاج بعض أمراض الكبد.

- الجيل الثاني:

يستخدم بوليمرات بولي ايتيلين جلايكول المحبة للماء المرتبطة بسطح الجسيمات النانوية. النتيجة: يصعب على الجسم التعرف عليها كجسم رجل وتدور في مجرى الدم لفترات طويله. يستخدم هذا الجيل من الأدوية لعلاج الاورام

السرطانية. يوضح باتريك كوفرو:" الأوعية الدموية الجديدة التي تشكلها الاورام أكثر مساميه من الأوعية الدموية السليمة". ولذلك يمكن لأدوية النانو ان تمر بسهوله أكبر عبر جدران الأوعية الدموية وبالتالي تصل الى الخلايا المريضة.

- الجيل الثالث:

جسيمات نانوية مغطاة بجزيئات تسمح باستهداف محدد للخلايا حيث تتعرف على خلايا السرطانية او عامل معدي معين ثم تقوم بتوصيل الدواء الذي تحتوي عليه وهي قيد تطوير حاليا. [32]

الخاتمة:

تلعب تقنيه النانو دورا متزايد الأهمية في تشخيص السرطان والامراض الوراثية وعلاجها. تلك الجزيئات يمكن تخصيصها لتسليم العلاج بشكل محدد للخلايا المصابة، مما يعزز فعالية العلاج ويقلل من الآثار الجانبية. نقل الدواء في جسم الانسان وايصاله الى هدف محدد هذه هي تحديات الطب النووي فان نجاح الطب النانوي سوف يعتمد على تكلفه استخدامه ودعمه وبالفعل تحرس مجموعه من المعالم المتخصصة والشركات الصيدلانية على تطوير مجموعه من الأدوية التي ستحظى بمكانه مميزه في السوق مستقبلا لمكافحه السرطان والاورام والحد من الاثار الجانبية وسميت العلاج. [42]

وتنوير المجتمع العلمي حول الحدود الرئيسية لفعالية الاجسام النانوية وهذا يمثل تحديا كبيرا في طبق حيث من شانه تمهيد طريق للتصميم الذكي للأنظمة المضادة للسرطان مستقبلا والتي تعتمد على هذه الجسيمات. [12]

من مزايا الطب النانوي الامان والتحمل الممتاز لدوره العلاج وقصر مدة العلاج والاستهداف الاكثر دقه وذلك لصغر حجمها. علاج النانو يُعتبر أكثر فعالية في بعض الحالات، بينما العلاج الكيميائي قد يؤثر على الخلايا السليمة أيضًا.النانو جسيمات قد تكون ضارة للخلايا السليمة إذا لم يتم التحكم في حجمها وتركيزها بشكل صحيح، وخواصها الفيزيائية والكيميائية وتفاعلاتها مع الأورام وفهم الاليات المستخدمة في حقن الجسيمات. ولهذا يجب إجراء دراسات دقيقة لضمان سلامة استخدامها في العلاجات النانوية. هناك دراسات تشير إلى أن بعض النانوجسيمات قد تسبب تأثيرات سلبية على الخلايا السليمة، مثل زيادة التهيج الخلوي وتلف الحمض النووي، ولذلك يجب دراسة تأثيراتها بدقة قبل استخدامها في العلاجات النانوية. وتقليل المخاطر المحتملة لها. يتم استخدام العديد من الطرق لدراسة تأثيرات النانوجسيمات، مثل الاختبارات الخلوية والجزيئية لتقييم تأثيرها على الخلايا والأنسجة، بالإضافة إلى تقنيات الصور الحيوية لمتابعة تفاعلها مع الأنسجة المصابة.

نجاح تقنية الطب النانوي خاصة في التشخيص للأورام السرطانية الخبيثة والامراض الوراثية في أكبر مستشفيات العالم كالصين وألمانيا، تشمل ضرورة التأكد من سلامة استخدام الجسيمات النانوية وتفاعلها مع الجسم، بالإضافة إلى ضرورة تحديد الآثار الجانبية والمخاطر المحتملة لهذه التقنية على المدى الطوي دون ان ننسى ان التشخيص المبكر هو الحل الأنسب للعلاج.

المراجع:

[1] (جامعة الكوفة. كلية العلوم (. الطب النانوي وتطبيقاته في علاج مرضى السرطان. (25جويلية 2022) .لانه شتي

(Mignet, D. N. (26.04.19). La nanomédecine.(LEEM.Les entreprises du médicament[2]

https://www.leem.org/la-nanomedecine

3] (جامعة كربلاء).تقنية واعدة في عالج السرطان :النانو .(30.09.2020) .خ ,ياسمين .د.ا]

https://uokerbala.edu.iq/archives/9036

& ,Tianshu Chen, Lingjie Ren , Xiaohao Liu, Mengru Zhou, Lingling Li, Jingjing Xu [4]

.Xiaoli Zhu. (5 June 2018). DNA Nanotechnology for Cancer Diagnosis and Therapy

/International Journal Of Molecular Sciences). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29874867)

IARC), h. I. (1 February 2024). Global cancer burden growing, amidst mounting need for) [5]

services.(world health organization) . Récupéré sur

https://www.who.int/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing--amidst-mounting-need-for-services

Lutter contre le cancer grace aux nanotechnologies. (s.d.). (ECHA.European chemicals [6]

agency). https://chemicalsinourlife.echa.europa.eu/fr/fighting-cancer-using-nanotechnology

BELLIN, I. (8 déc. 2011). Les promesses de la nanomédecine. (Les Echos). [7]
https://www.lesechos.fr/2011/12/les-promesses-de-la-nanomedecine-404680

redaction, C. a. (2 février 2023). « La nouvelle intelligence du médicament » Rencontre [8]

.(entre intelligence artificielle et sciences du médicament.(biotech.info

https://biotechinfo.fr/article/la-nouvelle-intelligence-du-medicament-rencontre-entre-intelligence-/artificielle-et-sciences-du-medicament

santé, Actus. (2023, 10 19). QUELS SONT LES ENJEUX DES NANOTECHNOLOGIES [9]

.(POUR LA SANTÉ ? .(La FHP-MCO

. Garcion, Emmanuel; Nantes-Angers Cancerology and Immunology Research [10]

.(Nanotechnology A new part of medicine.(Inserm .(2022/08/30

[11]جامعة الملك سعود . (12.01.2023). تطبيقات تقنية النانو.الطبية الرياض معهد الملك عبدهللا لتقنية النانو.

https://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech-applications-medicine#:~:text=%D9%88%D9%85%D9%86%20%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%D8%A7%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%A7%D8%B9%D8%AF%D8%A9%20%D9%84%D8%AA%D9%82%D9%86%D9

.(Halima Alem-Marchand, Zakaria Baka, Claire Godier, & Emma Monnier. (25.05.23 [12]

.(Nanomédicaments contre le cancer. (culture science-chimie

https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/chimie-des-materiaux/nanomedicaments-contre-le-cancer

.KERN, J. (OCTOBER 12 , 2020). These nanoparticles destroy cancer cells without drugs[13]

FUTURA-SCIENCES). https://www.futura-sciences.com/sante/actualites/cancer-ces-nanoparticules-/detruisent-cellules-cancereuses-medicaments-15191

.Casselyn, M. (july 25, 2012). NANORADIOTHERAPY.Gold and tea to treat cance [4 1]

REVUE MEDICALE SUISS). https://www.revmed.ch/revue-medicalesuisse/2012/revue-medicale-suisse-349/de-l-or-et-du-the-pour-traiter-le-cancer

Castillo, M. (July 17, 2012). Gold and tea compound may be more effective at treating [5 1]

prostate cancer than chemotherapy. (CBS News) https://www.cbsnews.com/news/gold-and-tea-compound-may-be-more-effective-at-treating-prostate-cancer-than-chemotherapy/

Dr. Nadezhda Ivanisova , & Dr. Vadim Giluk . (30.05.2023). Nanotechnology in cancer [6 1]

treatment. (Booking
health)https://bookinghealth.ae/blog/%D8%AE%D9%8A%D8%A7%D8%B1%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B4%D8%AE%D9%8A%D8%B5_%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%84%D8%A7%D8%AC/%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B4%D8%AE%D9%8A%D8%B5_%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%84%D8%A7%D8%AC/699617-.html

.IBRAHIM, S. (October 2, 2021). Nanotechnology is the medicine of the future [7 1]

Swissinfo). https://www.swissinfo.ch/eng/business/nanotechnology-is-the-medicine-of-the-) future/46992562

FUDA. (04.06.2020). Nanoknife ablation treatment. (HOSPITAL, GUNGZHOU FUDA [8 1]

CANCER). https://arab.fudahospital.com/cancer-treatment/treatment-methods/139.html

. HOSPITAL, G. F. (s.d.). How to deal with unresectable tumors [9 1]

https://arab.fudahospital.com/zhuanti/lf.html

Society, American Chemical . (November 17, 2021). Shape-morphing microrobots [20]

.(deliver drugs to cancer cells. (Science News

https://www.sciencedaily.com/releases/2021/11/211117103858.htm

Héléna. (15 avril 2020). Nanomédecine : 4 champs d'application des nanotechnologies [1 2]

en santé. (Alcimed). https://www.alcimed.com/fr/insights/nanomedecine-les-4-champs-/dapplication-des-nanotechnologies-en-sante

Fattal, Elias. (September 10, 2017). Cancer : des nanomédicaments pour cibler les [22]

.(tumeurs. (The Conversation FR

https://theconversation.com/cancer-des-nanomedicaments-pour-cibler-les-tumeurs-79876

[23] Pr Patrick Couvreur. (7 mars 2016). Les nanomédicaments : des thérapies en plein essor (Fondation).

[24] (المصري اليوم).كيف ستتعامل أجسادنا مع أدوية المستقبل؟ :العقاقير النانوية .(12-12-2018) .م , منصور https://www.almasryalyoum.com/news/details/1350642

المسؤولية المدنية عن استخدام تقنية النانو في الطب

Civil liability for the use of nanotechnology in medicine

محمد الهبول
Mohamed El-haboul
باحث بسلك الدكتوراه، جامعة القاضي عياض، كلية الحقوق بمراكش/ المغرب
Cadi Ayyad University, Faculty of Law, Marrakech/Morocco

الملخص:
يقابل التطور السريع والمتلاحق الذي يشهده طب النانو، تزايد احتمال التعرض للضرر نتيجة استخدام تقنية النانو بالموازاة مع تأخر التنظيم التشريعي وعدم اليقين العلمي التام بشأن سلامته. وبالتالي، فإن عدم وضع نظام قانوني للمسؤولية المدنية عن مخاطر السلامة المحتملة لتقنيات النانو بشكل عام، والمنتجات الطبية النانوية على وجه التحديد، يهدد بعرقلة أو على الأقل تأخير إدخال العديد من تطبيقات طب النانو والتي تؤدي إلى صعوبة الحصول على التمويل لتطوير هذه التقنية المجال الطبي.
الكلمات المفتاحية: المسؤولية المدنية، طب النانو، الموافقة المستنيرة، المريض، الطبيب.

Abstract:
With the rapid and continuous development of nanomedicine, the potential for harm from the use of nanotechnology is increasing in parallel with delayed regulation and complete scientific uncertainty about its safety. Consequently, the lack of a legal regime for civil liability for the potential safety risks of nanotechnologies in general, and nanomedical products specifically, threatens to hinder or at least delay the introduction of many nanomedicine applications and makes it difficult to obtain funding for the development of nanotechnology in the medical field.
Key words: Civil Liability, Nanomedicine, Informed consent, Patient, Doctor.

مقدمة:

تثير التطورات السريعة والمتلاحقة في البحث والتطوير المتعلقين بالتكنولوجيا الطبية النانوية[1] إشكالات قانونية مختلفة في المجالات ذات الصلة باكتشاف الأمراض وتشخيصها وعلاجها[1]، لذلك يحاول العلماء تسخير تطبيقات تكنولوجيا النانو في تشخيص الأمراض وعلاجها والوقاية منها[2].

[1] يُعرف طب النانو بأنه التطبيق الطبي لتقنية النانو. ويتراوح الطب النانوي من التطبيقات الطبية للمواد النانوية والأجهزة البيولوجية، إلى إلكترونيات النانو وأجهزة الاستشعار الحيوية، وحتى التطبيقات المستقبلية المحتملة لتقنية النانو الجزيئية مثل روبوتات النانو «Nanorobotics»، وآلات سايبورغ التي تطبق علم الأحياء باستخدام التكنولوجيا وجراحة النانو باستخدام شفرات صغيرة متطورة.

وتُستخدم تقنية النانو لإجراء العمليات الطبية الدقيقة. كما تُظهر هذه التقنية استخدامات ناجحة ومفيدة في مجالات التشخيص وعلاج الأمراض والطب التجديدي والعلاج الجيني وطب وجراحة الأسنان وعلم الأورام وطب التجميل وإيصال الأدوية إلى الأنسجة واكتشاف الأدوية والعقاقير العلاجية وغيرها من التطبيقات الأخرى لتقنية النانو في الطب[3].

بالرغم من ذلك، فإن الإشكالات القانونية المتعلقة بتقنية تكنولوجيا النانو في المجال الطبي لم تتم مناقشتها بشكل كافٍ في العديد من الدول. وبشكل عام، لم يخصها القانونيين أي اهتمام، ولم تحظى بأي قواعد قانونية واضحة، وإذا استمر الوضع على هذا النحو فلا بد أن نواجه بعض المشاكل القانونية في المستقبل القريب تزامنا مع تزايد استخدام هذه التقنية في الطب الحديث.

وعليه، سنحاول في هذه الدراسة، اقتراح أحكام بشأن المسؤولية القانونية والأخلاقية لتكنولوجيا النانو في المجال الطبي. وعلى وجه الخصوص، توضيح بعض جوانب المشاكل القانونية التي ستسببها تكنولوجيا النانو لجسم الإنسان أو الحياة البشرية. لكن نطاق هذه المشاكل واسع جدا بحيث لا يمكن معالجتها جميعها في هذه الدراسة، لذلك سنقتصر على المسؤولية المدنية عن استخدام هذه التقنية في المجال الطبي.

Paolo Decuzzi, Dan Peer, Daniele Di Mascolo, Anna Lisa Palange, PurnimaNareshManghnani, S. MoeinMoghimi, Z. ShadiFarhangrazi, Kenneth A. Howard, Daniel Rosenblum, Tingxizi Liang, Zhaowei Chen, Zejun Wang, Jun-Jie Zhu, ZhenGu, NetanelKorin, Didier Letourneur, Cédric Chauvierre, Roy van der Meel, Fabian Kiessling, and TwanLammers : Roadmap on Nanomedicine, Journal ofNanotechnology, Volume : 32, Issue 1, p : 4, Published online 01 January 2021, doi : 10.1088/1361-6528/abaadb

[1] يتمتع طب النانو بإمكانات هائلة في العديد من المجالات العلاجية، مثل العلاج الكيميائي، والعلاج المناعي، والعلاج بالحمض النووي، والعلاج الإشعاعي، والعلاج الحراري الضوئي، وأدوية ما بعد الجراحة، وما إلى ذلك.

Qiuyue Liu, Jiahui Zou, Zhongjian Chen, Wei He and Wei Wu: Current research trends of nanomedicines, Acta Pharmaceutica Sinica B, Volume 13, Issue 11, November 2023, p: 4405.

[2] يتم إنفاق الملايين والمليارات من الدولارات واليورو في جميع أنحاء العالم على تكنولوجيا النانو للاستفادة من الإمكانيات الهائلة لهذا العلم الجديد، وخاصة في العالم المتقدم في أوروبا والصين وأمريكا. ومع ذلك، لا تزال الدول النامية متأخرة لأنها غير قادرة حتى على مواكبة التقدم الصناعي في العقد الماضي.

ويرجع هذا التأخر بشكل أساسي إلى أن هذه الدول لا تزال تكافح اقتصاديا، وتحتاج إلى بعض الوقت للسير في طريق تكنولوجيا النانو. ومع ذلك، فمن المناسب القول إن الأوساط العلمية في العالم المتقدم والنامي متفقة على أن تكنولوجيا النانو ستكون الخطوة التالية من جيل التكنولوجيا. وهذا سيجعل من التطوير الصناعي والاستثمار في مجال تكنولوجيا النانو أمرا لا غنى عنه في السنوات القادمة.

Shiza Malik, Khalid Muhammad and YasirWaheed : Nanotechnology : A Revolution in Modern Industry, Journal of Molecules (Basel, Switzerland), Volume : 28, Issue 2, Number : 661, p : 2, Published online 9 January 2023, doi : 10.3390/molecules2802066

[3] لمزيد من المعلومات، راجع: أحمد عوف محمد عبد الرحمن: طب النانو، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب، الهيئة المصرية العامة للكتاب- القاهرة، طبعة 2013، ص: 43 وما يليها.

Shiza Malik, Khalid Muhammad and Yasir Waheed: Emerging Applications of Nanotechnology in Healthcare and Medicine, Journal of Molecules, Volume 28, Issue 18, Published online 14 September 2023, doi : 10.3390/molecules28186624; Gülcan YAVUZ, Emircan YILMAZ, Ebru HALVACI, Cansu ÇATAL, İrem TÜRK, Fatma Nur MARAN, Manal ENABAH and Fatih ŞEN: Nanotechnology In Medical Applications: Recent Developments In Devices And Materials, Journal of Scientific Reports-C, Number 5, December 2023, p: 1-32.

ومع ذلك، فإن الأهمية الكبيرة لتقنية النانو في المجال الطبي من الناحية العملية، لا تستبعد إمكانية أن تسبب الضرر للشخص الخاضع للعلاج، والذي عند ثبوته ينشأ التساؤل عن استحقاق التعويض عن الضرر الراجع لاستخدام هذه التقنية وجبر الضرر اللاحق بالمريض.

والملاحظ، أن هناك فراغ تشريعي في تنظيم المسؤولية المدنية عن استخدام تقنية النانو في المجال الطبي، وبالتالي يتعين البحث عن الأساس القانوني للمسؤولية المدنية عن استعمال تقنية النانو في الطب. حيث إنه لايوجد أساس قانوني لاستخدام تقنية النانو في المجال الطبي. كما يتعين علينا الرجوع إلى القواعد العامة التي تقيم المسؤولية المدنية عن العمل الطبي على أساس الخطأ الطبي، بحيث تكون المسؤولية المدنية للطبيب الذي يستخدم تقنية النانو في التشخيص والعلاج مبنية على الخطأ، لأن استخدام تقنية النانو في المجال الطبي يقتضي أن يتحمل الطبيب عواقب خطأه كلما تسبب في ضرر للمريض.

المحور الأول: تجليات المسؤولية المدنية في مجال طب النانو

يمكن أن يشكل نوع الأدوات الطبية أو الأدوية التي تستخدم تقنية النانو خطورة كبيرة على المريض، والتي تعرضه للضرر وللمخاطر على صحته، ولا يقتصر الأمر عند هذا الحد بل يشمل قضايا الموافقة المتعلقة بأبحاث النانو وخصوصية المريض، وإعلام المريض باللجوء إلى المنتجات الطبية النانوية.

أولا: الأضرار التي يمكن أن تسببها مواد النانو على الصحة

مع التطور المتلاحق الذي يشهده طب النانو، أصبح احتمال التعرض للضرر نتيجة استخدام تقنية النانو في الطب أمرا واردا. ذلك أنه يمكن للمواد النانوية أن تسبب أضراراً صحية بسبب زيادة تفاعلها مقارنة بالشكل السائب المقابل لها[1].

تشير الأبحاث السريرية إلى أن جسيمات النانو، مثل الهيماتيت والمغنتيت، تسبب ضررا خطيرا للحمض النووي[2]، ويمكن أن يحدث التليف الرئوي بسبب استنشاقها[3]. إلا أن المواد النانوية قد تزيد أيضا من مستويات التسمم في الجسم[4]، مما يؤدي إلى تخثر الدم في الأوعية ويعرض المرضى لخطر متزايد للإصابة بسرطان الثدي[1].

---

[1] أنظر:

Raj Bawa: Regulating Nanomedicine - Can the FDA Handle It?, Current Drug Delivery, Volume 8, Number 3, 2011, p: 227.

[2] أنظر:

Hanna L. Karlsson, Pontus Cronholm, Johanna Gustafsson, and Lennart Möller: Copper Oxide Nanoparticles Are Highly Toxic: A Comparison between Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes, Chemical Research in Toxicology, Volume 21 Number 9, 2008, p: 1726; Mathias Könczöl, Sandra Ebeling, Ella Goldenberg, Fabian Treude, Richard Gminski, Reto Giere, Bernard Grobety, Barbara Rothen-Rutishauser, Irmgard Merfort and Volker Mersch-Sundermann: Cytotoxicity and genotoxicity of size-fractionated iron oxide (magnetite) in a549 human lung epithelial cells: role of ROS, JNK, and NF-κB, Chemical Research in Toxicology, Volume 24, Number 9, 2011, p: 1460.

[3] أنظر:

Xuefei Lu,Tao Zhu, Chunying Chen and Ying Liu: Right or Left: The Role of Nanoparticles in Pulmonary Diseases, International Journal of Molecular Sciences, Volume 15, Number 10, 2014, p: 17577.

[4] أنظر:

وعلى الرغم من إمكانية التخفيف من هذه الأضرار المحتملة عن طريق تفريغ المواد النانوية من الجسم، إلا أن ذلك يمكن أن يؤثر على البيئة[2]، مما يؤدي إلى خطر التعرض والزيادة المتوقعة غير المتعمدة للآثار والنتائج السلبية[3].

وقد أدركت بعض الدول المخاطر التي تشكلها المواد النانوية ووضعت قواعد قانونية تتعلق بالبحث والتطوير في مجال تكنولوجيا النانو المرتبطة بها[4]. ومع ذلك، يمكن للتعاون الدولي والمعايير التنظيمية العالمية أن تساعد في توحيد مناهج البحث لوضع واختبار وتقييم أجهزة ومنتجات تكنولوجيا النانو.

علاوة على ذلك، تساعد المبادئ التوجيهية الموحدة بشكل أكثر فعالية في توفير حماية متساوية تجاه الأضرار الناجمة عن المواد النانوية وتكنولوجيا النانو في جميع أنحاء العالم[5].

Antonella Trisolino: Nanomedicine: Building a bridge between science and law, Journal of NanoEthics, Volume 8, Number 2, 2014, p: 141.

[1] على الرغم من أن معظم أدوية السرطان النانوية مصممة للقضاء على السرطان، فإن المادة النانوية في حد ذاتها يمكن أن تؤدي إلى تكوين فجوات بحجم ميكرومتر في جدران الأوعية الدموية البطانية. قد يؤدي التسرب البطاني الناجم عن المواد النانوية (NanoEL) إلى دخول الخلايا السرطانية الباقية إلى الأوعية الدموية المحيطة ومن ثم التسرب، مما يؤدي إلى تسريع ورم خبيث.

Fei Peng, Magdiel Inggrid Setyawati, Jie Kai Tee, Xianguang Ding, Jinping Wang, Min En Nga, Han Kiat Ho and David Tai Leong : Nanoparticles promote in vivo breast cancer cell intravasation and extravasation by inducing endothelial leakiness, Journal of Nature Nanotechnology, Volume 14, 2019, p: 279.

[2] تعتبر السلامة النانوية ذات أهمية قصوى بالنظر إلى المخاطر المرتبطة بالمواد النانوية المصنعة التي يمكن أن تفوق مخاطرها مزاياها في مجال البيئية. لكن على الرغم من أن الحلول القائمة على تكنولوجيا النانو للقيام بمكافحة التلوث ومعالجته والوقاية منه هي حلول تدريجية مع مزايا واضحة للصحة العمومية والنظم الإيكولوجية الطبيعية للأرض، إلا أن المعالجة النانوية تعاني من انتكاسة بسبب المخاطر المرتبطة بسلامة الإنسان والبيئة.

Ilaria Corsi, Iole Venditti, Francesco Trotta and Carlo Punta: Environmental safety of nanotechnologies: The eco-design of manufactured nanomaterials for environmental remediation, Science of The Total Environment, Volume 864, 15 March 2023, p: 161.

[3] أنظر:

Robin Fretwell Wilson: Nanotechnology: The Challenge of Regulating Known Unknowns, Journal of Law Medicine and Ethics, Volume 34, Number 4, 2006, p: 706.

[4] تشهد المواد النانوية تطورا سريعا كمنتجات استهلاكية في الأسواق العالمية وكذلك طب النانو في المصحات والمستشفيات. ومع ذلك، فإن معظم الأسواق العالمية ليس لها قواعد تتعلق بالمنتجات الاستهلاكية لمواد النانو.

وبالنظر إلى الحاجة لضمان سلامة النانو للصحة العامة، تحاول المنظمات الدولية والدول المتقدمة وضع مبادئ توجيهية ومعايير لتقييم الأضرار وسبل تنظيمها. وبالتالي تتضافر الجهود التي تنطوي على الأنشطة الدولية، بما في ذلك أعمال المنظمة الدولية، والبحوث التعاونية، والتنظيم الوطني لتكنولوجيا النانو وسلامة صحة الإنسان والبيئة.

Md Abdus Subhan, Tahrima Subhan : Safety and global regulations for application of nanomaterials, Nanomaterials Recycling, Micro and Nano Technologies, Elsevier, 2022, p: 83.

[5] تعتمد الحكومات في الدول الصناعية الرائدة حاليا بشكل أساسي على الإطار القانوني الحالي لتنظيم البيئة والصحة والسلامة لتغطية مخاطر تكنولوجيا النانو. وقد خلصت الهيئات التنظيمية الأوروبية والوطنية بشكل عام إلى أن أي مخاطر تشكلها المواد النانوية يمكن معالجتها من خلال تأطيرها قانونا، مع تعديلات بسيطة على قوانين معينة.

ويعد تحديد المخاطر المحتملة مهمة صعبة بالنسبة لواضعي القوانين، حيث يواجهون درجة عالية من عدم اليقين العلمي، والحاجة إلى الموازنة بين تكاليف التنظيم وفوائده، وذلك بغية إيجاد حل وسط معقول بين الحرية والابتكار التكنولوجي وسلامة المستهلك وحماية البيئة.

ويقترح البعض وضع قواعد تنبني على التعاون الدولي التدريجي، حيث يمكن الاتفاق على الأهداف المتبادلة وتحديدها بوصفها اتفاقية دولية، وتنفيذ الخطط المتعلقة بأبحاث النانو وتطويرها وفقا لبروتوكولات السلامة المتفق عليها[1]. وإذا تم تحديد الضرر المحتمل، فإن بروتوكولات السلامة هذه ستوفر أرضية عمل مناسبة وحماية جوهرية تجاه الضرر المحتمل لتكنولوجيا طب النانو.

ثانيا: الموافقة المستنيرة المتعلقة بالبحوث الطبية النانوية

تعد الأبحاث والدراسات المعمقة ضرورية لتطوير تقنية النانو في الطب بشكل آمن وفعال. ومع ذلك، فإن الأبحاث الطبية النانوية تواجه بعض الصعوبات سيما الأبحاث السريرية (Clinical research).

وتعتبر الموافقة المستنيرة أحد أكبر الإشكالات بين مجال قانون الصحة ومجال طب النانو، حيث سيكون من الصعب استيفاء جميع الشروط اللازمة للتأكد من الشكل القانوني للموافقة المستنيرة للمريض[2]. فيمكن أن تنشأ صعوبتان عند تطبيق الالتزام بالموافقة المستنيرة ومجال طب النانو الجديد نسبيا، وهما: كيف يمكن للطبيب توضيح كل المعلومات للمريض وما هي الآثار والمخاطر المحتملة بالنسبة للمريض؟

إن صعوبة توضيح الإجراءات بالتحديد للمريض أو ما يتم القيام به بالتحديد هو أمر يمكن أن يؤدي دائمًا إلى صعوبات في الإجراءات الأكثر تعقيدا. ويرجع ذلك إلى وجود تفاوت كبير، أو ما يمكن تسميته بالتباين في المعلومات بين المريض والطبيب، وبسبب هذا التباين في المعلومات، قد يكون من الصعب جدا فهم المعلومات بالنسبة للمريض العادي[3]. وتزداد الصعوبة بشكل كبير عندما يتعلق الأمر بطب النانو[1].

Sekai Ngarize, Karen E. Makuch and Ricardo Pereira : SThe Case for Regulating Nanotechnologies: International, European and National Perspectives, RECIEL, Volume 22, Issue 2, Special Issue: Global and European Regulation of Nanotechnologies, July 2013, p: 131.

[1] أنظر:

Diana M. Bowman, Graeme A. Hodge: Nanotechnology and Global Sustainability, CRC Press, 1st Edition, 2012, p: 20.

[2] موافقة المريض المستنيرة هي أحد المبادئ الأساسية التي تقوم عليها البحوث السريرية، وللمرضى الحق في أن يكونوا على علم بالدراسة المقترحة، ويجب أن تتاح لهم الفرصة لاتخاذ قرار مستقل بشأن المشاركة في الدراسة.

Roel P.J. van Wijk, Jeroen T.J.M. van Dijck, Marjolein Timmers, Ernest van Veen, Giuseppe Citerio, Hester F. Lingsma, Andrew I.R. Maas, David K. Menon, Wilco C. Peul, Nino Stocchetti and Erwin J.O. Kompanje: Informed consent procedures in patients with an acute inability to provide informed consent: Policy and practice in the CENTER-TBI study, Journal of Critical Care, Volume 59, October 2020, p: 9.

[3] ينص المشرع المغربي في الفقرة الثانية من المادة 2 من قانون مزاولة مهنة الطب على حق المريض، أو عند الاقتضاء نائبه الشرعي أو ممثله القانوني، في الحصول على المعلومة المتعلقة بتشخيص مرضه والعلاجات الممكنة وكذا العلاج الموصوف وآثاره المحتملة والمتوقعة والنتائج المترتبة عن رفض العلاج، على أن تدون المعلومات السالف ذكرها في الملف الطبي للمريض، الذي يمكن لهذا الأخير أو لنائبه الشرعي أو لممثله القانوني، أو لذوي حقوقه إذا توفي، الحصول على نسخة منه.

وفي المقابل ينص المشرع الفرنسي في البند الأول من المادة L.1111-2 من مدونة الصحة العمومية على حق كل شخص في الحصول على المعلومات المتعلقة بحالته الصحية، حيث تنص المادة المذكورة على ما يلي:

« I. – Toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé ». Modifié par Ordonnance n° : 2020-232 du 11 mars 2020 relative au régime des décisions prises en matière de santé, de prise en charge ou d'accompagnement social ou

تكمن صعوبة طب النانو في أن فهمه بشكل كامل، يتطلب أن يكون الشخص على دراية ومعرفة واسعة كبيرة بالعديد من التخصصات البحثية وطريقة تفاعلها؛ بالنسبة للطبيب العادي، سيكون هذا تحديا كبيرا في حد ذاته، ولكن بالنسبة للمريض فإن فهم الطريقة التي يمكن لجسيم نانوي أن ينقل جسيما دوائيا عبر الحاجز الدموي الدماغي والتأثير الناتج عن ذلك على الجسد فهو أمر كبير ومعقد للغاية.

ويقتضي ذلك رفع مستوى الوعي بإمكانيات طب النانو من خلال التواصل مع العموم، وتزويدهم بالمعلومات الأساسية والرؤية الواضحة المرتبطة بمجال طب النانو. ذلك أن إعلام المريض بالعلاج أو نوع الأدوية التي سبق أن شوهدت في الأخبار أو سمع عنها من شخص ما، سيكون أسهل بكثير من محاولة شرح شيء غير معروف تمامًا[2]. كما أن إشراك الجمهور أو جعل المعلومات حول طب النانو متاحة على نطاق واسع سيساعد أيضا في التقليل نسبيا من التباين في المعلومات المتاحة[3]. وبالتالي ضمان تعاون المريض لمعرفته بشكل أفضل بما يستلزمه العلاج، وكذا تسهيل الطريقة التي يتم بها منح و/أو تحقيق الموافقة المستنيرة[4].

---

médico-social à l'égard des personnes majeures faisant l'objet d'une mesure de protection juridique – article 1, Journal officiel de la République française n° : 0061 du 12 mars 2020, Texte n° : 3.

[1] أنظر:

Vandana Molahalli, Apoorva Shetty, Aman Sharma, Kiran Bijapur, Gowri Soman and Gurumurthy Hegde: Risks and ethics of nanotechnology: an overview, Nanoparticles and Plant-Microbe Interactions, An Environmental Perspective, Nanomaterial-Plant Interactions, 2023, p: 46.

[2] في العديد من الحالات، يمكن إعلام المستهلكين للأدوية النانوية بالمخاطر الموجودة على العبوة من طرف المنتج، ولكن يمكن أيضا توعية المستهلك من خلال المعلومات العامة المقدمة على سبيل المثال عن طريق وسائل الإعلام الإخبارية.

Isabelle Poirot-Mazères: Product Liability for Nanotechnology, Journal of Consumer Policy, Volume 32, 2009, p: 386.

[3] لطالما كانت شركات الأدوية ملزمة بإعلام المستهلكين بالآثار الجانبية للأدوية المعروفة أثناء الموافقة عليه من قبل الجهات المختصة. ومع ذلك، فإن متابعة المرضى أثناء عملية الموافقة الأولية على الدواء تكون قصيرة نسبيا، مما يفتح المجال لظهور آثار خطيرة وضارة طويلة المدى لم يتم التعرف عليها مسبقا بعد أن أصبح الدواء متاح في السوق.

Jill L. Maron: Informing Patients About Newly Recognized Adverse Effects of Drugs: Whose Job Is It?, Journal of Clinical Therapeutics, Volume 45, Number 4, 2023, p: 303.

[4] تعد الموافقة المستنيرة مبدأ جوهريا للتعامل مع المخاطر في مجال الطب، ولكن توظيفها في استخدام المواد النانوية ليست واضحة.

قد يكون الاعتراض على استخدام الموافقة المستنيرة للمواد النانوية هو الغموض الذي يصاحب هذه المواد. ولا يمكن الحصول على الموافقة إذا لم تكن هناك قاعدة معرفية متينة، وهو الأمر الذي يبدو مفقودا تماما في حالة المواد النانوية. وبدون المعرفة الكافية حول مخاطر المواد النانوية، يصعب تحقيق التوازن بينها وبين مزاياها المفترضة والتوصل إلى موافقة مستنيرة سليمة.

سيخضع كل منتج طبي لاختبارات مكثفة قبل دخوله السوق، في حين أن تقييم مخاطر المواد النانوية لا يكاد يكفي لتغطية جميع المنتجات التي تم تطويرها في هذا المجال التكنولوجي الناشئ. ومع ذلك، عند الفحص الدقيق، تكون الاختلافات أقل وضوحا. وبعد طرحها في السوق، تظهر العديد من الأدوية آثارا جانبية مفاجئة وتفاعلات غير متوقعة، مما يجعل الموافقة المستنيرة في سياق العلاج حساسا لغموضه أيضا.

ويواجه المشاركون في التجارب السريرية المزيد من الغموض عندما يقررون الخضوع للأدوية التجريبية. ولذلك، فإن عدم اليقين المصاحب للمواد النانوية لا يمثل في رأينا سببا مبدئيا للامتناع عن تنفيذ الموافقة المستنيرة في إدارة المواد النانوية. وبدلاً من ذلك، يتطلب التعامل مع عدم اليقين إجراء حوار مفتوح حول الآثار الجانبية المحتملة والقيود المفروضة على المعرفة بها والتي تعتبر أساسية في إجراءات الموافقة المستنيرة.

Shannon Lydia Spruit, Ibo van de Poel and Neelke Doorn: Informed Consent in Asymmetrical Relationships: an Investigation into Relational Factors that Influence Room for Reflection, Journal of Nanoethics, Volume 10, p: 124, Published online 24 May 2016, doi: 10.1007/s11569-016-0262-5

إضافة إلى ذلك، قد يكون الحصول على موافقة مستنيرة صريحة بشكل فعال من المشاركين في تجارب الأجهزة الطبية النانوية والأدوية الكيميائية النانوية المقترحة أكثر صعوبة بسبب الطبيعة الجديدة والمتطورة للبحث في مجال أجهزة وتكنولوجيا طب النانو[1]. وفي ظل هذا الوضع قد يجد الأطباء صعوبة في فهم الآثار المترتبة عن الاختبارات المعتمدة على الأجهزة الطبية النانوية بشكل كامل، لأن التداعيات غير معروفة أو لا يمكن توقعها فيما يتعلق بتكنولوجيا النانو على جسم الإنسان[2].

علاوة على ذلك، يتوقع أن يقّل المشاركون في الأبحاث السريرية بسبب المخاطر المحتملة للأدوية الطبية النانوية الكيميائية[3]، الأمر الذي يخلق أيضا مشاكل فيما يتعلق بالحصول على موافقة مستنيرة تامة من المشاركين[4].

ويرجع ذلك إلى عدم وجود إطار قانوني خاص بالحصول على موافقة مستنيرة من الأشخاص على الانخراط في أبحاث طب النانو، لأن تقنية النانو والمخاطر المرتبطة بها وآثارها لا تزال قيد الدراسة[5].

---

[1] يرى بعض الباحثين أن أحد الصعوبات الجوهرية هي الافتقار إلى تدابير فعالة لمراقبة الجودة، تواكب تطوير منتجات طب النانو. ويرجع ذلك إلى أن ترجمة مفاهيم طب النانو إلى علاجات سريرية مقيد بسبب الفهم غير الكافي للعمليات التي تحدث في الجسم.

Qiuyue Liu, Jiahui Zou, Zhongjian Chen, Wei He and Wei Wu: ibid, p: 4406.

[2] أنظر:

Anthony J. McGoron: Perspectives on the Future of Nanomedicine to Impact Patients: An Analysis of US Federal Funding and Interventional Clinical Trials, Bioconjugate chemistry, Volume 31, Issue 3, 2020, p: 436.

[3] عرض بعض الباحثين إلى معدل النجاح السريري متسائلا بذلك عن ما هو متوسط معدل الموافقة على أدوية النانو مقارنة بالأدوية الكلاسيكية؟ هل هناك فرق في المجالات المختلفة، على سبيل المثال، في علم الأورام مقابل التطبيقات السريرية الأخرى؟

يظهر أن معدل نجاح أدوية السرطان المدعمة بتقنية النانو في المرحلة الأولى يبلغ 94%، ويعزى ذلك إلى ملف السلامة الجيد الخاص بها والذي غالبا ما يقترن بالحركية الدوائية المحسنة للدواء. بينما تبلغ معدلات نجاح المرحلتين الثانية والثالثة 48 و14% على التوالي، مع معدل نجاح إجمالي يقدر من المرحلة 1 إلى الموافقة بنسبة 6%. وبالتالي، فإن أدوية النانو تؤدي أداء أفضل من الأدوية التقليدية في علاج الأورام، والتي تبلغ نسبة نجاحها 3.4.

ومع ذلك، فإن البروفيسور بارك محق في قوله إن طب النانو يركز بشكل أساسي على السرطان، وأن النتيجة السريرية للتطبيقات السريرية الأخرى كانت ضعيفة. لماذا، باستثناء الأورام، عدد قليل فقط من الأدوية النانوية تصل إلى التجارب السريرية والموافقة في السوق؟ نحن بحاجة إلى تمكين ودعم التطوير السريري لتركيبات واعدة جديدة للأمراض التي لا علاقة لها بالأورام.

Matthieu Germain, Fanny Caputo, Su Metcalfe, Giovanni Tosi, Kathleen Spring, Andreas K.O. Åslund, Agnes Pottier, Raymond Schiffelers, Alexandre Ceccaldi and Ruth Schmid: Delivering the power of nanomedicine to patients today, Journal of Controlled Release, Volume 326, 10 October 2020, p: 168.

[4] أنظر:

Pradyumna Kumar Mishra and Jahnavi Sharma: Navigating the ethics of nanomedicine: are we lost in translation?, Nanomedicine, Volume 16, Number 13, Published online 26 April 2021, doi : 10.2217/nnm-2021-0054

[5] يعتبر البعض أن الموافقة المستنيرة أمر إلزامي قانونا في التجارب السريرية والأدوية المتعلقة بطب النانو، ذلك أن مخاطر التركيبات الجديدة، كما هو الحال مع مختلف التكنولوجيا الجديدة، ليست معروفة جيدا ولا تزال موضوعا لبحث مكثف، مما يؤدي إلى تفاقم الإشكالات القانونية الحالية المتعلقة بالموافقة المستنيرة.

Yousef Haik and Ilias Bantekas : Nano-drug Clinical Trials: Informed Consent and Risk Management Through Blockchain, Pittsburgh Journal of Technology Law & Policy, Volume 21, Number 1, 2021, p: 34.

اعتبارا لما سبق، يتعين الالتزام بإعلام المشاركين في البحث لتمكينهم صراحة من جميع تفاصيل وجزئيات الأبحاث المتعلقة بتقنية النانو بغية استيعابهم للمخاطر المحتملة، على الرغم من أن كيفية إيصال هذه المخاطر بشكل فعال إلى المشاركين غير واضحة.

ثالثا: المخاطر المرتبطة بخصوصية المريض

نظرًا لأن الأجهزة الطبية النانوية أصبحت أكثر تقدما من الناحية التكنولوجية وأكثر تكاملا مع أنواع أخرى من التكنولوجيا، مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، فهناك مخاوف بشأن زيادة قدرة الأجهزة الطبية على إنتاج بيانات المرضى[1].

إن الكشف عن التغيرات في أجسام المرضى وتسجيلها وجمع البيانات لتحديد التوجهات والأنماط في الحياة اليومية للمستفيدين على مدى فترات طويلة من حياتهم يسلط الضوء على المشكلات المرتبطة بتباين المعلومات، كما أن التطور الهائل للأجهزة الطبية النانوية يعني أن تكنولوجيا النانو في الطب يمكن أن تولد كميات كبيرة من البيانات الصحية. وفي الحالات التي قد يتم فيها تسجيل هذه المعلومات لمقارنة مجموعات البيانات أو تدريب أنظمة الذكاء الاصطناعي، يمكن تجميع هذه البيانات الصحية في أنظمة تخزين رقمية كبيرة، مما يترك المرضى في موقف ضعيف محتمل من حيث إمكانية استخدام بياناتهم ضد مصالحهم، وبالتالي يشكل استخدام هذه البيانات مجموعة من المخاطر والمزايا المحتملة للمستفيدين[2].

يحدد على وجه الخصوص، قانون حماية المعطيات الشخصية وقانون الطب[3] أهمية حق الفرد في الخصوصية كحماية محتملة تجاه إساءة استخدام البيانات، ويرى العديد من الباحثين أن الإجراءات التشريعية التي تحمي وتقنن الحق في الخصوصية ضرورية لحماية المستفيدين والمرضى الذين يساعدون في التجارب التي تساهم في تطوير تكنولوجيا النانو الطبية. وبما أن جانبا كبيرا من أهمية الحق في الخصوصية هو الحق في تحديد متى وكيف سيتم نقل بيانات الشخص إلى الآخرين واستخدامها، فإنه إذا تمت حماية الخصوصية، فيمكن منع الضرر المحتمل الناتج عن إساءة استخدام المعلومات[4].

---

[1] أنظر:

Sean Hamilton, Benjamin R Kingston: Applying artificial intelligence and computational modeling to nanomedicine, Current Opinion in Biotechnology, Volume 85, February 2024, p: 2.

[2] لمزيد من التعمق، راجع:

Nikita Serov, Vladimir Vinogradov: Artificial intelligence to bring nanomedicine to life, Advanced Drug Delivery Reviews, Volume 184, 2022, p: 20.

[3] ينص المشرع المغربي في الفقرة الثانية من المادة 2 من قانون مزاولة مهنة الطب، على أنه: "يجب على كل طبيب، كيفما كان القطاع الذي ينتمي إليه وشكل ممارسته للمهنة، أن يحترم حقوق الإنسان كما هي متعارف عليها عالميا، وأن يحترم في ممارسته المهنية المبادئ التالية:

- احترام سلامة وكرامة وخصوصية المرضى الذين يعالجهم؛".

[4] أنظر:

Attya Bhatti, Ayesha Rehman and Peter John: Challenges and opportunities in healthcare biotechnology, Biotechnology in Healthcare, Volume 2, 2022, p: 321-342.

اعتبارا لذلك، يتعين اتخاذ إجراءات تشريعية واضحة ودقيقة لحماية خصوصية المرضى بشكل أكثر فعالية من تهديد تكنولوجيا النانو.

وعندما ينصب التركيز الأساسي للمطورين وصناع القرار على القضايا التكنولوجية التي يمكن أن تكون بمثابة حواجز أمام أسواق تكنولوجيا النانو، يمكن للتشريعات أن تسد التباين بين حرية المطورين وحماية المرضى من خلال إلزام الشركات المشاركة في البحث وتطوير الأجهزة الطبية النانوية باللجوء إلى هيئات الاستشارة الأخلاقية واستشارتها لتعزيز واستيعاب مفاهيم خصوصية المريض والمستخدم خلال عملية البحث والتطوير.

بالإضافة إلى الجهود التشريعية، يمكن أن يساعد الاستخدام الإبداعي للتكنولوجيا في حماية حقوق المريض والخاضعين للأبحاث السريرسة في الخصوصية، مثل اللامركزية في تخزين البيانات.

ويساعد خيار تدابير التخزين المحمولة وغير المكلفة في حماية خصوصية المريض، خاصة إذا كانت هذه الأجهزة قادرة على تخزين بيانات المريض محليا والعمل دون الحاجة إلى التواصل مع شبكات ضخمة لتبادل البيانات[1].

المحور الثاني: مسؤولية الطبيب عن إعلام المريض بمخاطر النانو وطلب الموافقة

إذا التزمت الشركة المصنعة للأدوية بالتزاماتها التي تحددها الجهات المكلفة بالمراقبة بشأن واجبها في تحذير المستهلكين عبر وصفة الدواء التي من خلالها يقوم المنتج بالتحذير من المخاطر باللغة المناسبة للمستهلك العادي، فإن التقيد بالالتزامات المفروضة من الجهات المعنية يتيعن أن يتلاءم مع مسؤولية المنتج[2].

إذا كان الأطباء يقومون بشكل دوري باختيار الأدوية دون استشارة المريض، وكان الأخير نادرا ما يقرأ أو يفهم بشكل غير كامل نشرة الدواء، فكيف يتم تحذير المريض فعليا؟ في الممارسة السريرية الروتينية، فإن الموافقة المستنيرة للمريض على خيارات الأدوية تعتبر نادرة. فهل يضع ذلك عبئا على المريض لقراءة النشرة الداخلية، حتى لو كان ذلك نادرا؟

قبل القيام بأي إجراء طبي، يطلب الطبيب بشكل اعتيادي الحصول على موافقة مستنيرة من المريض. وتؤدي هذه الموافقة إلى مناقشة مخاطر هذا الإجراء ومزاياه وبدائله، والتفكير في عملية اتخاذ قرار مشترك، والذي يتعين أن يكون بموافقة مكتوبة.

ومع ذلك، قبل وصف الدواء، يتبع الطبيب عملية مختلفة حيث لا يوجد سوى نقاش محدود حول المخاطر و/أو البدائل مع المريض، ولكن في أغلب الأحيان يكتب الطبيب وصفة طبية بناء على التجربة الشخصية والقرار السريري والخبرة. ولكن لا يوجد عموما نموذج موافقة مكتوب ولا احتمالية بشكل عام لاتخاذ القرار المشترك حول الأدوية التي يتعين وصفها[3].

---

[1] أنظر:

Nikita Serov, Vladimir Vinogradov: ibid, p: 20.

[2] أنظر:

Marcia M. Boumil, Paul R. Beninger: The Alendronate Conundrum: Balancing the Competing Influences for Truly Informed Consent About Drug Safety in an Era of Rapid Change, Clinical Therapeutics, Volume 45, Issue 4, 2023, p: 379.

[3] أنظر:

Marcia M. Boumil, Paul R. Beninger: ibid, p: 379.

يتخذ الأطباء قرارهم المهني ويتحملون عبء اختياراتهم، وتقتصر مناقشات المرضى عموما على الآثار السلبية الشائعة والتحذيرات بشأن دواعي الاستعمال المبكرة لمضاعفات خطيرة معروفة[1]، مع تعليمات بالاتصال بالطبيب إذا واجه المريض ضررا. لكن معظم المرضى لا يملكون الوسائل اللازمة لتقييم مدى تحمل الدواء أو استخدامه، كما أن كثرة المعلومات تشكل عائقا من حيث مسؤولية الطبيب والتعتيم على المعلومات الهامة، ولكن من المفترض أن يكون للمرضى الحق في معرفة المخاطر الجسيمة[2]. ومع ذلك، هل يدعم مبدأ الموافقة المستنيرة الحالي هذا التمييز بين وصف الأدوية وتنفيذ الإجراءات الطبية؟

يؤسس بعض الفقه مسؤولية الطبيب في هذه الحالات على فكرة "الوسيط المتعلم"، بمعنى أن الشركات المصنعة للأدوية ملزمة بتحذير الطبيب الذي يصف الدواء من المخاطر الأساسية والآثار الضارة عبر ملصق المنتج[3]. وبعد ذلك، فإن الطبيب الذي يصف الدواء، بصفته الوسيط المتعلم، هو الملزم بتحذير المريض من المخاطر وتوعيته بالفوائد المرتبطة باستخدام الدواء. وبالتالي، يؤدي عدم القيام بذلك إلى مساءلة الطبيب الذي يصف الدواء عن عدم تحذير المريض.

عموما، فإن إلزام الأطباء بإعلام المرضى حول الاستخدام السليم للأدوية، وتقييم التفاعلات المحتملة مع الأدوية الأخرى، والتحذير من المضاعفات المبكرة للتفاعلات الجانبية التي تتطلب رعاية فورية، سيجعل المرضى يفكرون أيضا في اختيار أفضل بديل دوائي، لكن تبقى إمكانية مناقشة المضاعفات النادرة قد لا يتوافق مع واقع البيئة الصحية.

المحور الثالث: أساس المسؤولية المدنية عن استخدام النانو في الطب

لم يعرض المشرع المغربي –على غرار التشريعات العربية- بشكل صريح لاستخدام تقنية النانو في المجال الطبي، لكنه تناول نصوصا قانونية صريحة توفر الحماية والسلامة لجسم الإنسان من جميع المخاطر في مجال الأخطاء الطبية[4].

وباعتبار تقنية النانو حديثة ومتقدمة تتطور بوتيرة أسرع من القواعد القانونية التي تنظم المسؤولية الطبية، ورغم تطور القوانين والأحكام التي تنظم شروط ممارسة مهنة الطب، إلا أن معظم التشريعات العربية قد اتبعت منحى القانون

---

[1] لا شك أن هناك تحديات في مطالبة الأطباء أثناء الزيارات القصيرة للعيادة بالمناقشة مع المرضى، قبل كتابة الوصفات الطبية، حول مخاطر وفوائد البدائل الدوائية المختلفة. كما أنه ليس من الواضح ما إذا كان ينبغي لمثل هذه المناقشة أن تشمل المضاعفات المحتملة النادرة والخطيرة، خاصة تلك التي لا تظهر مع علامات التحذير المبكر.

[2] أنظر:

Nancy Staggers, Teresa McCasky, Nancy Brazelton and Rosemary Kennedy: Nanotechnology: The coming revolution and its implications for consumers, clinicians, and informatics, Nursing Outlook, Volume 56, Issue 5, 2008, p: 272.

[3] أنظر:

Marcia M. Boumil, Paul R. Beninger: ibid, p: 379.

[4] أنظر: القانون رقم 131.13 المتعلق بمزاولة مهنة الطب، الصادر بتنفيذه الظهير الشريف رقم 1.15.26، صادر في 29 من ربيع الآخر 1436 (19 فبراير 2015)، الجريدة الرسمية عدد: 6342، بتاريخ 21 جمادى الأولى 1436 (12 مارس 2015)، ص: 1607 وما يليها. كما تم تعديله بموجب القانون رقم 33.21، الصادر بتنفيذه الظهير الشريف رقم 1.21.92، الصادر في 15 من ذي الحجة 1442 (26 يوليو 2021)، الجريدة الرسمية عدد: 7007، بتاريخ 15 ذو الحجة 1442 (26 يوليو 2021)، ص: 5695.

وكذا المرسوم رقم 2.21.225، الصادر في 6 ذي القعدة 1442 (17 يونيو 2021) يتعلق بمدونة أخلاقيات مهنة الطب، الجريدة الرسمية عدد: 7002، بتاريخ 27 ذو القعدة 1442 (8 يوليو 2021)، ص: 5168 وما يليها.

المدني الفرنسي الذي يقيم المسؤولية المدنية عن الأخطاء الطبية وفقا للقواعد العامة للقانون المدني وتحديدا المادة 1240 وما بعدها.

اعتبارا لذلك، فإن المسؤولية المدنية عن استخدام تقنية النانو في المجال الطبي تقوم على فكرة الخطأ والضرر وعلاقة السببية بينهما.

ومع ذلك، فإن القول بفرض جزاء مدني في هذه المسألة، يرتبط بإمكانية توقع الضرر بشرط إثبات العلاقة السببية بالخطأ. ولكن، في الوقت الحاضر، فإن أحكام الضرر ليست مناسبة لحل القضايا المتعلقة بتكنولوجيا النانو، نظرا لصعوبة إثبات العلاقة السببية بين خطأ تقنية النانو والضرر، باستثناء حالات قليلة.

إضافة إلى ذلك، يثار التساؤل حول المسؤول عن إعلام المرضى بالآثار الجانبية المرتبطة بالأدوية النانوية المكتشفة حديثا؟

يرى البعض في هذا الإطار، أن المسؤولية مشتركة بين الجهات المكلفة بمراقبة الدواء وشركات الأدوية ومقدمي الرعاية والمرضى، ولا يمكن لأي جهة بمفردها أن تبلغ كل الجهات المعنية بجميع المخاطر، بل يجب على الجميع إدراك المخاطر التي قد تظهر بمرور الوقت، وأن تشطير المسؤولية هو الهدف المنشود لتحقيق أفضل رعاية للمريض[1].

المحور الرابع: وضع نظام جديد للتعويض عن الأضرار

إن أنظمة التعويض التي يمكن أن ترفع على أساسها دعاوى الضرر في حالة الضرر الشخصي، هي من الناحية المنطقية، تلك التي تتعلق بالمنتجات الطبية والأجهزة الطبية من الإنتاج حتى متابعة المريض ما بعد الموافقة المستنيرة. ويمكن تصور حالات مختلفة للمطالبة بالتعويض، تجاه سلطات الصحة العمومية لتقديمها ترخيصا بالتسويق، أو تجاه أحد رعاة التجارب السريرية، أو تجاه المُنتِج لمنتج صحي محظور. ومع ذلك، لا يمكن لأي من هذه الحالات أن تغطي الأضرار التي لا يمكن معرفة سببها في لحظة التجربة أو العلاج أو تسويق المنتج[2].

إن معادلة المخاطر/المزايا، وهو شرط مسبق لمنح الترخيص بالتسويق، لا يمكن أن تشمل سوى المخاطر المعروفة، سواء كانت مؤكدة أو محتملة، وهي مخاطر محددة ومؤكدة بشكل كافي وتعتبر معقولة من جانب الأوساط العلمية. وفي حالة المخاطر المفترضة أو غير المعروفة في طب النانو، فإن الالتزام الوحيد الملقى على عاتق السلطات الصحية في الحالات التي تتسم بعدم اليقين العلمي، هو التقيد بمبدأ الحيطة[3]، والحرص على العلم بجميع الأخطار، ومواصلة

---

[1] أنظر:

Jill L. Maron: ibid, p: 303.

[2] أنظر:

Isabelle Poirot-Mazères: Legal aspects of the risks raised by nanotechnologies in the field of medicine, Journal International de Bioéthique, Volume 22, Number 1-2, 2011, p: 108.

[3] يتميز مبدأ الحيطة بأهمية كبيرة لاستدامة الأنشطة العلمية مع حماية البيئة والسلامة والصحة من المخاطر التي تشكلها هذه الأنشطة. والفكرة ليست انتظار الضرر الفعلي والتصرف في الوقت المناسب، على الرغم من أن طبيعة ومدى الضرر ليسا واضحين تماما. وفي بعض الحالات، لا يكون انتظار اليقين العلمي الكامل ذا جدوى إذا تصرف المشرع بعد فوات الأوان وتحققت المخاطر.

Nor Akhmal Hasmin, Zinatul Ashiqin Zainol, Anida Mahmood and Juan Matmin: Adoption of the Precautionary Principle on the safety and health risks of nanofood in Malaysia, Journal of Legal Studies, Volume 15, Number 1, January 2024, p: 277.

البحث، واتخاذ جميع التدابير اللازمة وفقا لتطور وتقدم تقنية النانو في الطب. أما بالنسبة للمهنيين والمكلفين بالرعاية الصحية، فهم مطالبون بإدخال نظام دقيق وصارم لتتبع المنتجات النانوية والحرص على المزيد من الرقابة[1].

اعتبارا لعدم اليقين الكبير، والمعرفة غير الدقيقة، والحاجة للوقت لمعرفة الأضرار الخفية التي يمكن أن تنشأ عن الجسيمات النانوية ومخاطرها الصحية، فلا يمكن للأنظمة القانونية المعمول بها اليوم أن تسمح بالحصول على تعويض عن الضرر بسبب عدم القدرة حتى على تحديد شروط المسؤولية المدنية، في ظل عدم اكتشاف جميع المخاطر التي تنطوي عليها تقنية النانو في المجال الطبي.

خاتمة:

توصلنا من خلال هذه الدراسة إلى مجموعة من النتائج والتوصيات، يمكن إدراجها على النحو التالي:

أ- النتائج

- يحمل طب النانو وعدا كبيرا بتحسين مجال الوقاية من الأمراض واكتشافها وعلاجها. لكن، في الوقت نفسه، فإن فرض جزاءات بشأن مخاطر السلامة المحتملة لتقنيات النانو بشكل عام، والمنتجات الطبية النانوية على وجه التحديد، تهدد بعرقلة أو على الأقل تأخير إدخال العديد من تطبيقات الطب النانوي والتي تنعكس على فائدتها التجارية.
- تساعد المبادئ التوجيهية الموحدة بشكل أكثر فعالية في توفير حماية مساوية تجاه الضرر الناجم عن المواد النانوية وتكنولوجيا النانو في جميع أنحاء العالم.
- قد يؤثر عدم التنظيم القانوني لتقنية النانو على التمويل والبحث والتطوير في المستقبل في مجال طب النانو كما يؤدي إلى تأخير تسويق المنتجات النانوية، مما ينعكس سلبا على تطور طب النانو ويحد من الاستخدام المستقبلي للنتائج القائمة على هذه التقنية في جميع أنحاء العالم.
- إن حداثة تقنية النانو ودقتها وتعقيدها سيما عند استخدامها في المجال الطبي، يؤكد صعوبة تحديد وإثبات الخطأ والضرر والعلاقة السببية بينهما من الناحية العملية.

ب- التوصيات

- إن المزايا التي يتمتع بها مجال طب النانو تفوق بكثير المخاطر المرتبطة به، ولكن بدون التنظيم والسلامة المناسبين، حتى أصغر الأخطاء يمكن أن يكون لها أضرارا بعيدة المدى. ولذلك يتعين أن يتم إجراء البحوث حول الأخطاء المرتبطة باستخدام طب النانو بشكل استباقي وعدم التقليل من المخاطر المحتملة لصالح الآثار الإيجابية.
- يتعين تقييم مخاطر تقنية النانو في الطب وتنظيمها كوسيلة للوقاية المبكرة لتجنب الأضرار في المستقبل. وبالتالي، هناك حاجة لصياغة إطار قانوني لتنظيم المخاطر المتعلقة بهذه التقنية.

---

[1] أنظر:

Isabelle Poirot-Mazères: ibid, p: 110.

- يجب أن يرتكز الإطار القانوني للمسؤولية المدنية الناشئة عن استخدام تقنية النانو في الطب على مبدأ الحيطة، والذي يتلخص في تطوير إطار قوي لسلامة الأشخاص يمنح الحماية الكافية في أقرب وقت ممكن دون انتظار ظهور المخاطر المحتملة بشكل كامل.

قائمة المراجع:

1. أحمد عوف محمد عبد الرحمن: طب النانو، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب، الهيئة المصرية العامة للكتاب- القاهرة، طبعة 2013.
2. Paolo Decuzzi, Dan Peer, Daniele Di Mascolo, Anna Lisa Palange, PurnimaNareshManghnani, S. MoeinMoghimi, Z. ShadiFarhangrazi, Kenneth A. Howard, Daniel Rosenblum, Tingxizi Liang, Zhaowei Chen, Zejun Wang, Jun-Jie Zhu, ZhenGu, NetanelKorin, Didier Letourneur, Cédric Chauvierre, Roy van der Meel, Fabian Kiessling, and TwanLammers : Roadmap on Nanomedicine, Journal ofNanotechnology, Volume : 32, Issue 1, Published online 01 January 2021, doi : 10.1088/1361-6528/abaadb
3. Qiuyue Liu, Jiahui Zou, Zhongjian Chen, Wei He and Wei Wu: Current research trends of nanomedicines, Acta Pharmaceutica Sinica B, Volume 13, Issue 11, November 2023.
4. Shiza Malik, Khalid Muhammad and YasirWaheed : Nanotechnology : A Revolution in Modern Industry, Journal of Molecules (Basel, Switzerland), Volume : 28, Issue 2, Number : 661, Published online 9 January 2023, doi : 10.3390/molecules2802066
5. Shiza Malik, Khalid Muhammad and Yasir Waheed: Emerging Applications of Nanotechnology in Healthcare and Medicine, Journal of Molecules, Volume 28, Issue 18, Published online 14 September 2023, doi : 10.3390/molecules28186624.
6. Gülcan YAVUZ, Emircan YILMAZ, Ebru HALVACI, Cansu ÇATAL, İrem TÜRK, Fatma Nur MARAN, Manal ENABAH and Fatih ŞEN: Nanotechnology In Medical Applications: Recent Developments In Devices And Materials, Journal of Scientific Reports-C, Number 5, December 2023.
7. Raj Bawa: Regulating Nanomedicine - Can the FDA Handle It?, Current Drug Delivery, Volume 8, Number 3, 2011.
8. Hanna L. Karlsson, Pontus Cronholm, Johanna Gustafsson, and Lennart Möller: Copper Oxide Nanoparticles Are Highly Toxic: A Comparison between Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes, Chemical Research in Toxicology, Volume 21 Number 9, 2008.
9. Mathias Könczöl, Sandra Ebeling, Ella Goldenberg, Fabian Treude, Richard Gminski, Reto Giere, Bernard Grobety, Barbara Rothen-Rutishauser, Irmgard Merfort and Volker Mersch-Sundermann: Cytotoxicity and genotoxicity of size-fractionated iron oxide (magnetite) in a549 human lung epithelial cells: role of ROS, JNK, and NF-ĸB, Chemical Research in Toxicology, Volume 24, Number 9, 2011.
10. Xuefei Lu,Tao Zhu, Chunying Chen and Ying Liu: Right or Left: The Role of Nanoparticles in Pulmonary Diseases, International Journal of Molecular Sciences, Volume 15, Number 10, 2014.

11. Antonella Trisolino: Nanomedicine: Building a bridge between science and law, Journal of NanoEthics, Volume 8, Number 2, 2014.
12. Fei Peng, Magdiel Inggrid Setyawati, Jie Kai Tee, Xianguang Ding, Jinping Wang, Min En Nga, Han Kiat Ho and David Tai Leong : Nanoparticles promote in vivo breast cancer cell intravasation and extravasation by inducing endothelial leakiness, Journal of Nature Nanotechnology, Volume 14, 2019.
13. Ilaria Corsi, Iole Venditti, Francesco Trotta and Carlo Punta: Environmental safety of nanotechnologies: The eco-design of manufactured nanomaterials for environmental remediation, Science of The Total Environment, Volume 864, 15 March 2023.
14. Robin Fretwell Wilson: Nanotechnology: The Challenge of Regulating Known Unknowns, Journal of Law Medicine and Ethics, Volume 34, Number 4, 2006.
15. Md Abdus Subhan, Tahrima Subhan: Safety and global regulations for application of nanomaterials, Nanomaterials Recycling, Micro and Nano Technologies, Elsevier, 2022.
16. Sekai Ngarize, Karen E. Makuch and Ricardo Pereira: SThe Case for Regulating Nanotechnologies: International, European and National Perspectives, RECIEL, Volume 22, Issue 2, Special Issue: Global and European Regulation of Nanotechnologies, July 2013.
17. Diana M. Bowman, Graeme A. Hodge: Nanotechnology and Global Sustainability, CRC Press, 1st Edition, 2012.
18. Roel P.J. van Wijk, Jeroen T.J.M. van Dijck, Marjolein Timmers, Ernest van Veen, Giuseppe Citerio, Hester F. Lingsma, Andrew I.R. Maas, David K. Menon, Wilco C. Peul, Nino Stocchetti and Erwin J.O. Kompanje: Informed consent procedures in patients with an acute inability to provide informed consent: Policy and practice in the CENTER-TBI study, Journal of Critical Care, Volume 59, October 2020.
19. Vandana Molahalli, Apoorva Shetty, Aman Sharma, Kiran Bijapur, Gowri Soman and Gurumurthy Hegde: Risks and ethics of nanotechnology: an overview, Nanoparticles and Plant-Microbe Interactions, An Environmental Perspective, Nanomaterial-Plant Interactions, 2023.
20. Isabelle Poirot-Mazères: Product Liability for Nanotechnology, Journal of Consumer Policy, Volume 32, 2009.
21. Jill L. Maron: Informing Patients About Newly Recognized Adverse Effects of Drugs: Whose Job Is It?, Journal of Clinical Therapeutics, Volume 45, Number 4, 2023.
22. Shannon Lydia Spruit, Ibo van de Poel and Neelke Doorn: Informed Consent in Asymmetrical Relationships: an Investigation into Relational Factors that Influence Room for Reflection, Journal of Nanoethics, Volume 10, Published online 24 May 2016, doi: 10.1007/s11569-016-0262-5
23. Anthony J. McGoron: Perspectives on the Future of Nanomedicine to Impact Patients: An Analysis of US Federal Funding and Interventional Clinical Trials, Bioconjugate chemistry, Volume 31, Issue 3, 2020.

24. Matthieu Germain, Fanny Caputo, Su Metcalfe, Giovanni Tosi, Kathleen Spring, Andreas K.O. Åslund, Agnes Pottier, Raymond Schiffelers, Alexandre Ceccaldi and Ruth Schmid: Delivering the power of nanomedicine to patients today, Journal of Controlled Release, Volume 326, 10 October 2020.
25. Pradyumna Kumar Mishra and Jahnavi Sharma: Navigating the ethics of nanomedicine: are we lost in translation?, Nanomedicine, Volume 16, Number 13, Published online 26 April 2021, doi : 10.2217/nnm-2021-0054
26. Yousef Haik and Ilias Bantekas : Nano-drug Clinical Trials: Informed Consent and Risk Management Through Blockchain, Pittsburgh Journal of Technology Law & Policy, Volume 21, Number 1, 2021.
27. Sean Hamilton, Benjamin R Kingston: Applying artificial intelligence and computational modeling to nanomedicine, Current Opinion in Biotechnology, Volume 85, February 2024.
28. Nikita Serov, Vladimir Vinogradov: Artificial intelligence to bring nanomedicine to life, Advanced Drug Delivery Reviews, Volume 184, 2022.
29. Attya Bhatti, Ayesha Rehman and Peter John: Challenges and opportunities in healthcare biotechnology, Biotechnology in Healthcare, Volume 2, 2022.
30. Marcia M. Boumil, Paul R. Beninger: The Alendronate Conundrum: Balancing the Competing Influences for Truly Informed Consent About Drug Safety in an Era of Rapid Change, Clinical Therapeutics, Volume 45, Issue 4, 2023.
31. Nancy Staggers, Teresa McCasky, Nancy Brazelton and Rosemary Kennedy: Nanotechnology: The coming revolution and its implications for consumers, clinicians, and informatics, Nursing Outlook, Volume 56, Issue 5, 2008.
32. Isabelle Poirot-Mazères: Legal aspects of the risks raised by nanotechnologies in the field of medicine, Journal International de Bioéthique, Volume 22, Number 1-2, 2011.

أحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية
(بين ما هو كائن وما ينبغي أن يكون)

Criminal liability provisions for the practice of medication in folk and supplementary medicine
(Between what is an object and what should be)

د/جمعة فرج شرف الدين /كلية الحقوق- جامعة الإسكندرية /مصر
-Dr. Gomaa Farag Sharaf El Din/ Faculty of Law Alexandria University/ Egypt

ملخص ا:العلاج هو أحد مقومات بقاء الجنس البشري، وأصبحت تقنية النانو تكنولوجي في العالم اليوم أحد طرق العلاج والتشخيص لبعض الأمراض. وتساعد الروبوتات النانوية الطبية على تغيير طريقة النظر إلى علاج كثير من الأمراض؛ فتعطي أملا كبيرًا لشفاء كثير من الإمراض المستعصية لما حققه الطب النانو من تقدم علمي. ولذا؛ يستغل البعض من ضعاف النفوس غير المتخصصين – في ظل إعلام منظم ومدروس– غياب التنظيم القانوني لممارسة تقنية النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية في معظم الدول وامل المرضى في الشفاء للحصول على أموال باهظة حيث يجمع بين صفتين أو وظيفتين الطبيب والصيدلي؛ ومن هنا ظهرت الحاجة لبحث المسؤولية الجنائية المترتبة على ممارسة تقنية النانو والروبوتات النانوية في الأعمال الطبية وفي المقابل تخلو التشريعات العقابية لمعظم الدول من تقنين للمسؤولية الجنائية عن ممارسة تقنية النانو في الأعمال الطبية وظهور الجريمة النانوية الطبية كمصطلح مستحدث تاركة هذا الأمر للقواعد العامة في صورة الجرائم العمدية وغير العمدية. ولذا؛ نهيب بالمشرع لوضع الآيات القانونية لممارسة تقنية النانو في الأعمال الطبية على أن يفرض عقوبات صارمة ورادعة تتفق مع طبيعة الجرائم النانوية الطبية بقصد أم بخطأ.

الكلمات المفتاحية: المسؤولية الجنائية، النانو تكنولوجي، الجريمة النانوية الطبية.

–Abstract:

Treatment is one of the components of the survival of the human race, and nanotechnology in the world today has become one of the methods of treatment and diagnosis for some diseases. Medical nanorobots are helping to change the way we look at treating many diseases. It gives great hope for the cure of many incurable diseases due to the scientific progress achieved by nanomedicine. And so; Some weak-minded, non-specialist people take advantage - in light of organized and thoughtful media - of the absence of legal regulation for the practice of nanotechnology in medical work in most countries and the patients' hope for recovery in order to obtain exorbitant sums of money, as they combine the two qualities or functions of doctor and pharmacist. Hence the need to examine the criminal liability resulting from the practice of nanotechnology and nanorobotics in medical work. On the other hand, the penal legislation of most countries does not codify criminal liability for the practice of nanotechnology in medical work, leaving this matter to general rules in the case of intentional and unintentional crimes. And so; We call on the legislator to establish legal provisions for the practice of nanotechnology in medical work, provided that it imposes strict and deterrent penalties that are consistent with the nature of crimes arising either intentionally or accidentally.

Keywords: Criminal liability, nanotechnology, medical nanocrime.**:-**

أولا: المقدمة:

الأعمال الطبية تستعصى على الحصر، ولا جدوى من حصرها نظراً للتطور السريع في علوم الطب والجراحة، وهو تطور يفرز كل يوم كشفا جديداً في هذا المجال. والقاعدة أن كل عمل يستهدف منه الطبيب علاج المريض أو التخفيف مما يعانيه من آلام يباح إتيانه.

ويستخدم الطب النانوي جزيئات صغيرة تُسمَّى الجُسيمات النانوية، وأدوات تُسمَّى الروبوتات النانوية لتحسين إيصال الأدوية إلى الأعضاء المستهدفة على وجه التحديد أو تشخيص الأمراض وعلاجها لتحقيق أفضل فعالية وسلامة ممكنة للأدوية التي يستعملها الأطباء. ويؤثر حجم الجسيمات النانوية، الذي يتراوح بين 1 إلى 100 نانومتر في تفاعل الجسم مع الدواء، وتُعطى معظم الأدوية النانوية عن طريق الفم أو الوريد، وتحقق تأثيراتها من خلال التراكم في جميع أنسجة الجسم، بما في ذلك الأورام[1]. وقد صُممت الجسيمات النانوية بحيث تبقى في الأعضاء المستهدفة لفترات طويلة من الزمن، وتسبب أقل تأثيرات جانبيةوهنا تظهر الحاجة الماسة للتدخل التشريعي من الدولة بسن قوانين تنظم ممارسة أساليب التداوي بالطب النانوي والمواجهة الجنائية الفعالة للجرائم النانوية الطبية كمصطلح مستحدث في القانون الجنائي الطبي والتي ترتكب من الأطباء وتشكل جرائم على النفس أو المال حفظا على امن واستقرار المجتمع.

ثانياً: أهمية الموضوع وأسباب اختياره: يمكن حصر أهمية الموضوع وأسباب اختياره في النقاط الآتية:

1 – تعد تقنية النانو من مستجدات العصر الحديث ومجالات تطبيقاتها مختلفة في الطب والمياه والطاقة .

2– يستلزم ممارسة التداوي بتقية النانو تكنولوجي ارتكاب الطبيب بعض الممارسات العلاجية التي قد يترتب على الخطاء الطبي فيها تحقق الجريمة النانوية الطبية كاستخدامه للأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية أو تناول النانو بيوتك كبديل جديد للمضادات الحيوية في مجال الأدوية والعقاقير أو استعمل الروبوتات النانوية لتوصيل الدواء للخلايا أو الأعمال الجراحية والتي تعد في الأصل جرائم كالجرح والإيذاء وإعطاء مواد ضارة، وتشكل خطورة على جسم المريض خاصة وانه يمكن أن ينتفي في جانبه توافر أسباب الإباحة للعمل الطبي.

3 – بيان أحكام المسؤولية الجنائية الطبية المترتبة على الجريمة النانوية الطبية وفقا للتشريعات القائمة لخصوصيتها، وتوضيح مدى كفاية القواعد العامة للمسؤولية الجنائية وما ينبغي أن تكون علية هذه المسؤولية .

4– عدم وجود تنظيم قانوني مستقل لممارسه تقنية النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية في التشريع المصري والتشريعات العربية وبالتالي يلزم بيان مدي مشروعيتها والمسؤولية الجنائية المترتبة عليها بين ما هو كائن وما ينبغي أن يكون.

ثالثا: إشكاليات البحث وأهدافه: يثير موضوع أحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية بين هو كائن وما ينبغي أن يكون العديد من التحديات التي يمكن وصفها بالإشكاليات ومنها:

1– الواقع الحالي هو غياب التنظيم القانوني لممارسة الطب النانوي في الدول العربية ومنها مصر في حين توجد قواعد قانونية منظمة لها في بعض الدول الأجنبية.

3– تخلو –حاليا– التشريعات العقابية للدول العربية من تقنين للمسؤولية الجنائية الطبية عن ممارسة تقنية النانو تكنولوجي في المجال الطبي تاركة هذا الأمر للقواعد العامة في صورة الجرائم العمدية وغير العمدية.

(1) انظر تفصيلا: د/ احمد عوف عبدالرحمن، طب النانو - تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب ، القاهر، الهيئة المصرية للكتاب ، 2013م ،ص 43- 99.

3-المأمول هو وجوب توفير الحماية الجنائية للمريض في ظل تزايد استخدام تقنية النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية لأسباب كثيرة مأمونيتها مقارنة بالأدوية الكيميائية، والخوف من إجراء العمليات الجراحية ومضاعفتها. ولذا؛ نامل ونهيب بالمشرع التدخل لوضع أليات قانونيه لممارسة الطب النانوي على أن يفرض عقوبات صارمة ورادعة تتفق مع طبيعة الجرائم النانوية الطبية بعمد أو بخطأ.

4- لحل هذه الإشكاليات نحاول الإجابة على بعض التساؤلات وهي: تحديد مفهوم التداوي بالطب النانوي والنانو وتكنولوجيا النانو ومشروعيتها؟ وما هي ضوابط الجريمة النانوية الطبية كمصطلح مستحدث ؟ وما هي صور المسؤولية الجنائية الناشئة عن الجريمة النانوية الطبية العمدية أو غير عمدية وبنيانها القانوني ؟ وموقف المشرع منها ؟

رابعا: منهجية البحث: المنهج المتبع في البحث هو المنهج التحليلي المقارن الذي يقوم على استقراء النصوص القانونية والاتجاهات الفقهية في الأنظمة التشريعية المصرية، للوصول لوضع ضوابط قانونيه حاكمة لممارسة التداوي بالطب النانوي والمسؤولية الجنائية المترتبة على الجريمة النانوية الطبية. ونظراً لعدم وجود تنظيم قانوني خاص ينظم ممارسات التشخيص والعلاج بتقنية النانو تكنولوجي وقيام المسؤولية الجنائية عند مخالفة أحكامه؛ لذا يتم الاستناد للقواعد العامة للمسؤولية الجنائية عن الأفعال العمدية وغير العمدية لغرض توفير الحماية للمضرور.

خامسًا: خطة البحث: نتناول موضوع أحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية بين ما هو كائن وما ينبغي أن يكون في ثلاث مباحث على النحو الآتي:

المبحث الأول: ماهية الطب النانوي.

المبحث الثاني: ضوابط المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي.

المبحث الثالث: صور المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالنانو تكنولوجي.

المبحث الأول :ماهية الطب النانوي

يستخدم الطب النانوي تكنولوجيا النانو وهي عبارة عن تقنية علمية تهدف إلى تشخيص وعلاج الأمراض والإصابات والوقاية منها وتخفيف الألم، وذلك عبر استخدام التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية ومواد منشأة بمقياس النانو الذي يتراوح بين 1 إلى 100 نانومتر . والهدف من هذه التقنية، ابتكار أنظمة وظيفية مجهرية يمكن استخدامها في العديد من المجالات والتطبيقات. [1].

ويعتمد الطب النانوي أنظمة آلية معقدة وروبوتات النانو للقيام بذلك، وتُعطى معظم الأدوية النانوية عن طريق الفم أو الوريد، وتحقق تأثيراتها من خلال التراكم في جميع أنسجة الجسم، بما في ذلك الأورام. ولقد صُممت الجسيمات النانوية بحيث تبقى في الأعضاء المستهدفة لفترات طويلة من الزمن، وتسبب أقل تأثيرات جانبية[2].

(1) انظر؛ د/ طلال أبو غزاله، العالم المعرفي المتوقد، الأردن، عالم المعرفة، طلال أبو غزاله للترجمة والتوزيع والنشر ،الطبعة الثانية، 2019م ، ص 110؛

وانظر تفصيلا؛ -What is Nanotechnology?", www.nano.gov, Retrieved 6-5-2018"

(2) عن الطب النانوي انظر تفصيلا؛ -https://www.msdmanuals.com/ar/home

الفرع الأول: مفهوم النانو تكنولوجي

يحتل مصطلح طب النانو Nanomedicine مكاناً مهماً وبارزاً في قائمة المصطلحات الطبية والدوائية. واصبح يتردد في كل المؤتمرات الطبية والدوريات العالمية المهتمة بالعقاقير الطبية والرعاية الصحية. ويعرف بأنه مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة تحت مظلة تقنية النانو لتشمل كل ما يتعلق بالمجالات الطبية المختلفة الرامية إلى تحسين صحة الإنسان والحفاظ على سلامته. وتتنوع أساليب طب النانو من الاستخدام الطبي للمواد الثانوية إلى أجهزة الاستشعار الحيوية للإلكترونيات النانوية وكذلك التطبيقات المستقبلية لتقنية النانو الجزيئية[1].ومن خلال ما سبق يمكننا تعريف الطب النانوي بانة مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة التي تستخدم أليات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية بهدف تحسين صحة المريض أو علاجه والحفاظ على سلامته.

أولا: تعريف النانو تكنولوجي لغة:

1- كلمة النانو (بالإنجليزية: Nano) مشتقة من الكلمة الإغريقية "nanos" "نانوس" والتي تعني قزم. ويستخدم النانو للتعبير عن جزء من مليار من الشيء؛ فمثلاً نقول نانومتر، أو نانو ثانية، وهذا يدل على جزء من مليار جزء من المتر، وجزء من مليار جزء من الثانية [2] .

2- كلمة(التكنولوجيا)كلمة إغريقية الأصل مكونة من جزئيين هما (تكنو) والتي تعني التطبيق أو الأسلوب العلمي، و(لوجيا) أي: العلم. وتعني الوسائل المستحدثة لتغيير ومعالجة البيئة البشرية لجعلها أسهل وأكثر إنتاجية.

ثانياً: تقنية النانو تكنولوجي اصطلاحاً:

تعرف تقنية النانو تكنولوجي بانها العلم الذي يدرس تطبيقات الأشياء الصغيرة جداً، والتي تكون أبعادها تتراوح بين 1 إلى 100 نانو متر والتي يمكن أن تستخدم في مجالات مختلفة وواسعة من العلوم والهندسة. بدأت فكرة تكنولوجيا النانو مع العالم الفيزيائي ريتشارد فاينمان سنة 1959م، وتطور هذا العلم مع تطور قدرتنا على دراسة الذرات والجزيئات[3].واشتق اسمها من النانومتر كوحدة القياس وهي تساوي واحد من مليار من المتر أي تساوي جزء من الف مليون جزء من المتر ويمكن القول بانها مسافة اقل بثمانين الف مرة من قطر شعرة الإنسان. وتعرف أيضًا بانها مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها باستخدام مقاييس غاية في الصغر حجمها أقل من ١٠٠ نانومتر [4].

كما تعرف التكنولوجيا النانوية بانها تصميم البنى والتجهيزات والنظم وتوصيفها وإنتاجها وتطبيقها بالتحكم في الشكل والحجم النانومتريين. كما تعرف بأنها تداول أو ضبط أو وضع أو قياس أو صوغ أو تصنيع مواد [5].

---

(1) انظر تفصيلا؛ د/ احمد عوف عبدالرحمن، المرجع السابق ،ص 38- 40.

-Schmidt G. Decker M, Ernst H, Fuchs H, Grunwald W. Grunwald A et al. Small dimensions and material properties .Europaische Akademie Graue Reihe. A definiton of nanotechnology: 134;

(2) انظر تفصيلا؛ د/ رباب محمود الشريف، مفهوم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها، مجلة الأمن القومي والاستراتيجية، أكاديمية ناصر العسكرية للدراسات العليا ، السنة الأولى، العدد الثاني، يوليو 2023م ، ص 166، 167.

(3) انظر تفصيلا؛ د/ محمد شريف الإسكندراني، تكنولوجيا النانو من اجل غد افضل ، الكويت ، عالم المعرفة ، العدد 374 ، أبريل 2010م ، ص 190- 192؛"What is Nanotechnology?", www.nano.gov, Retrieved 6-5-201 -

(4) انظر تفصيلا؛ د/ محمود محمد سليم، تقنية النانو وعصر علمي جديد ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتكنولوجيا ، الرياض، 2015م ،ص 38- 40 -https://www.noor-book.com-pdf

(5) انظر تفصيلا؛ د/ احمد عوف عبدالرحمن، المرجع السابق ،ص33 .

وانظر تفصيلا؛ ماهي تقنية النانو على الموقع الشبكي؛https://mawdoo3.com -

ثالثا: الأضرار الصحية لتقنية النانو: تتسبب تقنية النانو في ظهور أورام خبيثة عند الذين يتعاملون معها بشكل مباشر. كما تشكل خطورة جسيمة المواد المصنعة باستعمال الأنابيب النانوية على صحة الإنسان، حيث بسهل دخولها عبر مسام الجلد أو عن طريق الاستنشاق بسبب طابعها المجهري. وفي حاله اختراقها للجسم يصعب التخلص منها؛ كما لا يوجد لها علاج طبي[1].

الفرع الثاني : مجالات الطب النانوي

تدخل تقنية النانو في العديد من المجالات كمجال الطاقة والصناعة والمياه والطيران والزراعة . وفي مجال الطب والرعاية الصحية تتيح تقنية النانو توصيل الأدوية للأماكن المستهدفة، مما يؤدي إلى تحسين دقة وفعالية العلاجات مع تقليل الآثار الجانبية. و يمكن أيضاً استخدام جزيئات بحجم النانو في التصوير والتشخيص الحساس، مما يساعد في اكتشاف المرض مبكراً.

وتعد التطبيقات الطبية لتقنية المواد النانوية من اهم التطبيقات الحديثة، حيث تقوم تقنية النانو بدور كبير في تحسين هندسة الأنسجة الحية وعلاج الخلايا باستخدام خلايا حية أو مركبات طبيعية أو مصنَعة يتم زراعتها داخل الجسم الحي. وتتعدد تطبيقات النانو تكنولوجي في المجال الطبي ومنها[2]:

1- الكشف عن الأمراض: تستخدم الأسلاك النانوية تستخدم كمجسات حيوية نانوية وذلك لحساسيتها, حيث يتم طلاء هذه الأسلاك بأجسام مضادة مصنعة بحيث أنها تلتصق فقط بالجسيمات الحيوية DNA أو البروتينات, أو الجسيمات البيولوجية الأخرى في الجسم, ولا تلتصق بغيرها من الجزيئات.

2- علاج السرطان: تستخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية, ويبلغ طول هذه الأغلفة النانوية حوالي 120 نانومتر وهي أصغر من حجم خلية السرطان حوالي 170 مرة, وعندما تحقن هذه الأغلفة النانوية داخل الجسم فإنها تلتصق تلقائياً بالخلايا السرطانية, ومن ثم يتم تعريض تلك الخلايا لأشعة ليزر تحت الحمراء فتعمل بدورها على تسخين الذهب ورفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراق تلك الخلايا وموتها. والجدير بالذكر أن مصر نجحت في إجراء أبحاث عن علاج السرطان بنانو الذهب[3].

2- مجال الأدوية والعقاقير: النانو بيوتك مصطلح جديد في علم الطب النانوي وهو البديل الجديد للمضادات الحيوية. ففي جامعة(هانج بانج)في سيؤول استطاع الباحثون إدخال نانو الفضة إلى المضادات الحيوية، ومن المعروف أن الفضة قادرة على قتل 650 جرثومة ميكروبية دون أن تؤذى جسم الإنسان[4].

3-العمليات الجراحية: استخدام الروبوتات النانوية للأعمال الطبية الجراحية والتشخيصية[5]. ومن التطبيقات الطبية الواعدة لتقنية النانو هي استخدام ألياف البوليمر النانوية لإجراء الجراحات التوقيعية للأوعية الدموية وقد تم حديثاً زراعة أجهزة ترقيعه

---

(1) النانو بين مؤيد ومعارض انظر تفصيلا؛ د/ شريف الإسكندراني، مرجع سابق ،ص 285 ،286.

(2) من المحتمل الحصول على مركبات نانوية تدخل إلى جسم الأنسان، وترصد مواقع الأمراض، وتحقن الأدوية، وتامر الخلايا بإفراز الهرمونات المناسبة، وترمم الأنسجة. كما يمكن لهذه المركبات الذكية أن تحقن الأنسولين داخل الخلايا بالجرعات المناسبة.
عن تطبيقات تقنية النانو الطبية انظر تفصيلا https://nano.ksu.edu.sa/ar/nanotech-applications-medicine

(3) انظر تفصيلا؛ مصطفى السيد يستعرض تقنية علاج السرطان بالذهب ويؤكد: إصابة زوجتي بالمرض السبب، -https://www.youm7.com/story/2019/12/10

(4) انظر تفصيلا؛ د/ شريف الإسكندراني، مرجع سابق ،ص196، 197.

(5) الروبوتات النانو الطبية : هي روبوتات نانوية بأحجام تتراوح من 1 إلى 100 بمقياس النانو، وهي أصغر بعشر مرات من خلايا الدَّم الطبيعية، وتستخدم هذه الروبوتات في ما يسمى ب "طب النانو" وتركز بشكل أساسي على التشخيص والمراقبة الطبية، حيث تدخل الروبوتات النانوية الجسم من خلال الحقن المباشر في مجرى الدم، ثم تعمل كنظام مراقبة داخلي لجسم الإنسان، وتقوم بتشخيص أي

مصنوعة من ألياف البروتين النانوية في الجهاز العصبي المركزي للإنسان، كذلك تستخدم ألياف البوليمر النانوية في علاج الحروق والجروح وتدخل في صناعة المستحضرات التجميلية

***مفهوم الأعمال الطبية وسند مشروعية ممارسة تقنية النانو تكنولوجي:**

يصعب تعريف العمل الطبي، لأن الأعمال الطبية كثيرة ومتشعبة ،كما أنها متطورة بسرعة تجعل أي تعريف نضعه اليوم للعمل الطبي قاصر في الغد عن الإحاطة بأعمال طبية تفرزها النظريات الحديثة في علم الطب ، لذلك يمكن القول بصفة عامة بأن العمل الطبي هو كل نشاط يقوم به صاحب المهنة الطبية بقصد علاج المريض إذا كان مطابقاً للأصول العلمية المقررة في علم الطب. ويختلف الفقه والقضاء الجنائي في سند مشروعية الأعمال الطبية – ومنها ممارسة تقنية النانو تكنولوجي– التي قد تؤدي إلى جرائم يعاقب عليها قانون العقوبات، ولكن السند الصحيح لإباحة الأعمال الطبية هو استعمال الحق المقرر بمقتضى القانون. ويشمل العمل الطبي باستخدام تقنية النانو تكنولوجي جميع المراحل الطبية المتعلقة بالفحص أو التشخيص أو العلاج أو التذكرة الطبية أو الرعاية الصحية أو الوقاية وكل ما يتعلق بالأمور الطبية والصيدلانية[1].

المبحث الثاني :ضوابط المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي

تبرز أهمية توضيح مقومات وضوابط المسؤولية الجنائية المترتبة على ارتكاب الجريمة النانوية الطبية لاسيما في ظل انعدام التنظيم القانوني والحماية الجنائية لمواجهتها .فالقوانين العقابية صامتة نحو مواجهة انتهاك ممارسة التداوي بالطب النانوي بسن قانون خاص تاركه هذا الأمر للقواعد العامة التي تنظم المسؤولية الجنائية الطبية عما يقع من جرائم لارتكاب هذه الأفعال في صورتها العمدية وغير العمدية . لتحقق المسؤولية الجنائية عن ارتكاب الجرائم النانوية الطبية يلزم توافر عناصرها [2]:.

الفرع الأول :ماهية المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي

أولا: إشكاليات: يثير البحث عدة إشكاليات من أهمها هل يمكن ان تتحقق المسؤولية الجنائية الطبية في الطب النانوي خاصة في ظل استخدام الروبوتات النانوية في الجراحة، واستعمال الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية، واستخدام النانو بيوتك كبديل جديد للمضادات الحيوية في مجال الأدوية والعقاقير، واستعمال الأسلاك النانوية كمجسات حيوية نانوية للكشف عن الأمراض ؟ وما هي الشروط التي يجب توافرها لقيام المسؤولية الجنائية الطبية عن الجريمة النانوية الطبية ؟ للإجابة على تلك الإشكاليات لابد ان نتطرق إلى معرفة التكيف القانوني لممارسة الطب النانوي.

ثانيا: التكيف القانوني للتداوي بالطب النانوي:

يجيز القانون الجنائي للأطباء والصيادلة إحراز المواد المخدرة كما يجيز للطبيب المساس بأجسام المرضى وأجراء عمليات جراحية مهما بلغت جسامتها وهي أفعال تدخل بحسب الأصل تحت أحكام قانون العقوبات الخاصة بإحراز المواد القدرة والضرب وإحداث الجروح. وتستند إجازة هذه الأعمال إلى حق مخول لهم بمقتضى القوانين المنظمة لمزاولة مهنة الطب والصيدلة فمتى كان

حالات صحية، ويستخدمها مقدمو خدمات الرعاية الصحية لمراقبة صحة المرضى في الوقت الفعلي، وتسجيل احتياجاتهم الغذائية اليومية، وإدارة الأدوية .

انظر تفصيلا - https://medical.faharas.net/medical-nanobots

(1) في تعريف العمل الطبي ومراحلة انظر تفصيلا؛ د/ أسامة عبدالله قايد، المسؤولية الجنائية للأطباء، رسالة دكتوراه ،جامعة القاهرة، كلية الحقوق، 1983 م، ص 49- 75.

(2) انظر تفصيلا؛د/ فائق الجوهري،: المسؤولية الطبية في قانون العقوبات، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق جامعة الملك فؤاد الأول ، 1952 م.

عمل الطبيب والصيدلي في دائرة حقه فيكون مباحًا ولا تترتب عليه مسئولية جنائية أو مدينة أو تأديبية. ويشترط لإباحة العمل الطبي بتقنية النانو تكنولوجي مايلي:

1- الترخيص القانوني بمزاولة الطب النانوي :يلزم أن يكون من يمارس تقنية النانو تكنولوجي في المجالات الطبية المختلفة وخلال مراحل العمل الطبي مرخصًا له قانونا إجرائه. فالترخيص القانوني لمزاولة الطب النانوي مؤداه التحقق من صلاحية من يحمل الترخيص للقيام بالأعمال الطبية بتقنية النانو تكنولوجي، سواء من حيث المؤهل الدراسي أو من حيث توافر الخبرة اللازمة لممارسة العمل الطبي وفق الأصول العلمية المقررة. ويلزم الحصول على هذا الترخيص والتقيد بالأعمال التي رخص له بإجرائها. وعدم الحصول على الترخيص يعرض من يزاول أعمال الطب النانوي للعقاب عن جريمة مزاولة مهنة الطب بدون ترخيص، كما تتحقق مسؤوليته الجنائية العمدية أو الخطئة عن النتائج التي تسبب في حدوثها للمريض طبقا للقواعد العامة بغض النظر عن شفاء المريض من عدمه.

2- قصد العلاج: أن يكون هدف من يمارس تقنية النانو تكنولوجي للمريض علاجه؛ لان غاية الحق في مباشرة الأعمال الطبية بتقنية النانو تكنولوجي هي علاج المريض بتخليصه من الألم أو التخفيف من حدته. وهذا يقتضي أن لا يكون قصد وغاية الطبيب من ممارسة الأعمال الطبية بتقنية النانو تكنولوجي غير علاج المريض. وفي المقابل تتحقق مسؤولية الجنائية عن جريمة نانوية طبية فإذا كان قصده إجراء تجربة علمية أو أسلوب جديد للجراحة بالروبوتات النانوية أو اختبار فاعلية بيوتك نانوي بغض النظر عن الباعث النبيل الذي دفع الطبيب لذلك.

3 – رضاء المريض بالعلاج أو التشخيص بتقنية النانو تكنولوجي: يلزم رضاء المريض المسبق الصريح أو الضمني لان تقنية النانو تكنولوجي مستحدثة في علم الطب وتحفوها بعض المخاطر ولازالت في طور التجارب مع نقص الخبرة العملية للأطباء بخصوصها. ورضاء المريض بالعلاج ليس هو علة الإباحة لكنة شرط من شروطها. فالقانون يرخص للطبيب بعلاج المرضى إذا دعوه لذلك ، ولا يرخص له بإخضاع من يقع عليه اختياره لذلك رغما عنه ، وإلا كان الطبيب مسؤولاً عما يحدث للمريض طبقاً للقواعد العامة ، شأنه في ذلك شأن أي شخص عادي. وقد يصدر الرضاء من المريض نفسه أو ممن يمثله قانوناً كوليه أو وصيه إذا كان المريض غير أهل أو غير قادر على التعبير عن إرادته.

4- مراعاة الأصول العلمية لطب النانوي: علم الطلب النانوي له قواعده وأصوله العلمية المتفق عليها ، لذلك يجب أن يكون عمل الطبيب متفقًا مع الأصول العلمية حتى يكون مباحاً ، فإذا خالف الأصول العلمية المتفق عليها عند ممارسته لتقنية النانو تكنولوجي في العلاج أو الشخيص لم يكن عمله مباحاً. ومراعاة الأصول العلمية المتفق عليها في علم الطب النانوي تفرض على الطبيب ألا يلجا إلى الأساليب أو الطرق العلاجية النانوية التي هل محل خلاف ولم تستقر بعد من الوجهة العلمية أو الفنية بقصد تجربتها على مريضه. ولذا؛ يشترط ألا يقع إهمال من الطبيب [1].

ولا يلزم أن ينجح العمل الطبي الذي يجريه الطبيب بتقنية النانو تكنولوجي حتى يكون مشروعًا لان التزام الطبيب ليس التزاما بتحقيق نتيجة ففشل العلاج لا يقيم مسئولية الطبيب مادام قد التزم جميع الأصول الفنية والقواعد العلمية التي تفرضها قواعد العلم والخبرة. وفي هذا تقول محكمة النقض المصرية: (إباحة عمل الطبيب مشروطه بأن يكون ما يجريه مطابقاً للأصول العملية المقررة , فإذا فرط في إتباع هذه الأصول أو خالفها حقت عليه المسئولية الجنائية بحسب تعمده الفعل ونتيجته أو تقصيره وعدم تحرزه في أداء عمله)[2].

(1) في تفصيلات المسؤولية الجنائية للطيب انظر تفصيلاً: د/ محمد ذكي أبو عامر، المسؤولية الجنائية للطبيب، بحث منشور ضمن بحوث المؤتمرات في كتاب مؤتمر اليوبيل الفضي لكلية حقوق المنصورة، 1999م، ص 4 وما بعدها.

(2) الطعن 2152 لسنة 53 ق، جلسة 11/ 1/ 1984 م مكتب فني 35 ق 5 ص 34.

ثالثا: أساس المسئولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي:

تعد المسئولية القانونية بصفة عامة، من المبادئ الأساسية لأي نظام قانوني [1]. والمسئولية في مفهومها العام، هي التزام أو عقوبة معينة نتيجة فعل أو تصرف، يرتب عليه المشرع آثارًا معينة. والمسئولية قد تكون مدنية، وتعني تحمل المعالج بالالتزام الناتج عن عقد وتسمى بالمسئولية العقدية، أو الالتزام بالضمان الناتج عن فعل ضار، وتسمى بالمسئولية التقصيرية [2]. والمسئولية قد تكون جنائية، ويقصد بها ثبوت نسبة الجريمة إلى المعالج الذي ارتكبها مع تحمله لآثارها.

ووفقًا للقواعد العامة يخرج من المسؤولية الجنائية الطبية كل من لا يتصف بأنه طبيب, فيخرج من يمارس العمل الطبي النانوي تحت مسميات مختلفة مثل مهندسو الطب النانوي وغير ذلك. ولكن تتحقق مسؤوليتهم الجنائية وفقا لأحكام قانون العقوبات والتشريعات المنظمة للصحة العامة وغير ذلك من القوانين. فاذا قام مهندسو الطب النانوي بإعطاء دواء أو تحرير تقرير طبي أو أي عمل طبي منوط ممارسته بالأطباء, فإنه يسأل عن جريمة بموجب القانون الجنائي العام, لكن لا يكيف فعلة بأنه جريمة من جرائم الأطباء.

ولا تتحقق المسئولية الجنائية الطبية عن ممارسة الطب النانوي إلا حال ارتكابه احدي الجرائم النانوية الطبية العمدية أو غير العمدية .ويشترط لتحقق المسؤولية الجنائية بصفة عامة أن يكون مرتكب السلوك الجرمي مدركاً و مميزاً، وأن يكون مختاراً لفعله اختياراً صحيحاً معتبرا. ومناط مسئولية الطبيب المعالج بالطب النانوي، هو طبيعة العمل ذاته إذ يجب أن يكون عملا من الأعمال المرتبطة بالعلاج أو الجراحة. وتتخذ صور المسئولية الجنائية الطبية عن ممارسة الطب النانوي إحدى صورتين، الأولى المسئولية عن الجرائم العمدية، والثانية المسئولية عن الخطأ غير العمدي

الفرع الثاني :مقومات المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي.

المسؤولية الجنائية هي الالتزام بتحمل النتائج القانونية المترتبة على توافر أركان الجريمة في فعل ما، وموضوع هذا الالتزام هو العقوبة أو التدبير الاحترازي الذي يقرره القانون بحق المسؤول عن الجريمة.وتوافر أركان الجريمة النانوية الطبية في أي صورة من صورها يستتبع قيام المسئولية الجنائية للطبيب مرتكب الجريمة. ويتمثل أثر المسئولية الجنائية عن جريمة التداوي بالطب النانوي، في رد فعل المجتمع إزاء الجريمة ومرتكبيها. ويتخذ رد الفعل شكل الجزاء الجنائي أيًا كانت صورته سواء أتخذ صورة العقوبة الجنائية، أو التدابير الاحترازية.

وفي ضوء ما سبق نري تتحقق المسؤولية الجنائية للطبيب عن ممارسته تقنية النانو تكنولوجي في العمل الطبي إذا أخل بواجب أو التزام قانوني أو مهني، وذلك عند قيامه بفعل أو الامتناع عن فعل يعد مخالفًا للقواعد والأحكام الجنائية أو الطبية، وهذه المخالفة قد تقع من الطبيب عن طريق العمد، كما يمكن أن تقع بطريق الخطأ.

ومقومات المسؤولية الجنائية الطبية ثلاثة أركان هي[3]:

(1) في تحديد ماهية المسؤولية الجنائية وأساسها انظر تفصيلاً؛ رسالتنا للدكتوراه بعنوان جرائم الإرهاب الدولي في ميزان الشريعة الإسلامية والقانون الدولي الجنائي ، كلية حقوق الإسكندرية ، 2011 م ،ص 642-644.

(2) انظر تفصيلاً ؛أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، شرح قانون العقوبات القسم العام ، الكتاب الثاني المسئولية والجزاء الجنائي، دار المطبوعات الجامعية، 2001 م، ص 2 -4.

(3) في تفصيلات مقومات المسؤولية الجنائية الطبية انظر تفصيلاً؛ د/ فائق الجوهري ، المرجع السابق، ص340-355؛ د/ أسامة قايد، المرجع السابق، ص180-200.

1– الخطأ: ارتكاب الفعل المكون للخطأ الطبي، الناجم عن سلوك إرادي ينطوي على إهمال وعدم احتراز يؤدي إلى تحقق نتيجة ضارة، كان بوسع الطبيب أن يتوقَّعها، أو كان يجب عليه أن يتوقعها.

2– الضرر: تحقق حدوث الضرر، الذي يصيب المريض في بدنه أو في نفسه نتيجة الخطأ الطبي، وقد يتمثل في الوفاة، أو تلف عضو من أعضاء الجسم، أو فقد منفعته أو بعضها كما قد يكون الضرر نفسي.

3– علاقة السببية: يلزم تحقق رابطة السببية بين الخطأ والضرر، فيجب التأكد من وجودها بين السلوك الذي أتى به الطبيب عند ممارسته تقنية النانو تكنولوجي في العمل الطبي والنتائج غير المشروعة المترتبة عليه.

والخطأ الطبي كما يكون في فحص المريض وتشخيص الداء، يكون أيضًا في وصف العلاج وكيفية استعماله، والإشراف على المريض ومتابعة حالته، خصوصًا في الحالات الحرجة، ويظهر الخطأ – بوضوح – في إجراء العمليات الجراحية وما يصاحبها من حيطة وعناية، وتوجيه لطبيب التخدير والممرضات وغيرهم ممن يخضعون لإشرافه من المساعدين.

ولذا؛ تفترض المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي وقوع احدى الجرائم النانوية الطبية وتوافر أركان هذه الجريمة سواءً كانت جناية أم جنحة، وسواء كانت تامة أو ناقصة. فالبحث في المسؤولية الجنائية للطبيب لممارسته تقنية النانو تكنولوجي تالٍ أو لاحق على قيام الجريمة النانوية الطبية وتحقق أركانها. فالمسؤولية ليست ركناً من أركان الجريمة النانوية الطبية المتركبة من الطبيب، وإنما هي أثر لاجتماع أركان تلك الجريمة.

المطلب الثاني :البنيان القانوني للجريمة النانوية الطبية

يلزم لتحقق المسئولية الجنائية في مجال التداوي بتقنية النانو تكنولوجي توفر ثلاثة أركان أساسية لتحقق الجريمة النانوية الطبية هي الركن الشرعي والركن المادي والركن المعنوي. بمعنى أن يكون هناك ركن شرعي للجريمة النانوية الطبية يجرم الفعل أو السلوك الصادر من المعالِج ويفرض له جزاء جنائي، وركن مادي يمثل المظهر الخارجي للجريمة الواقعة من قبل الطبيب، بالإضافة لوجود الركن المعنوي المتعلق بقصد أو خطاء الطبيب، وعليه سأتحدث في هذا المطلب عن هذه الأركان الثلاثة بإيجاز وفي حدود ما يخدم البحث.

الفرع الأول :الركن الشرعي للجريمة النانوية الطبية

يعد نص التجريم في القوانين الجنائية الطبية هو مصدر الصفة غير المشروعة للسلوك الجرمي، ويتضمنه قانون العقوبات، أو القوانين المكملة له المتعلقة بالتشريعات الطبية[1].وتطابق السلوك الذي أتاه الطبيب مع النموذج القانوني الموجود بنص التجريم من ناحية التجريم والعقاب، يعبر عنه بمبدأ شرعية الجرائم والعقوبات للجرائم الطبية. ويعد مبدأ الشرعية الجنائية من أهم مبادئ قانون العقوبات إن لم يكن أكثرها أهمية على الإطلاق [2].

ولذا؛ يقصد بالركن الشرعي للجريمة النانوية الطبية، وجود نص يجرم السلوك الصادر من المعالج بتقنية النانو تكنولوجي ويفرض عقوبته قبل وقوعه مع عدم خضوع السلوك لسبب من أسباب الإباحة" ومن ثم يمكننا القول بتحقق الركن الشرعي للمسئولية الجنائية المترتبة على الجريمة النانوية الطبية عندما يقوم المعالج بارتكاب سلوك يجرمه القانون الجنائي وفقا للأحكام العامة لقانون العقوبات أو بموجب تشريع خاص كقانون مزاولة مهنة الطب أو قانون مزاولة مهنة الصيدلة من خلال نص قانوني يجرم السلوك الذي يصدر من المعالِج بتقنية النانو تكنولوجي.

(1) في مبدا الشرعية الجنائية ونتائجه انظر تفصيلا ؛ رسالتنا للدكتوراه ،ص 153-155.

(2) انظر تفصيلاً ؛د/ عبد الفتاح الصيفي، قانون العقوبات، المرجع السابق، ص 37؛ د/ أحمد عوض بلال، محاضرات في النظرية العامة للجريمة، دار النهضة العربية ،سنة 2002م، ص 224.

الفرع الثاني : الركن المادي للجريمة النانوية الطبية

يتمثل الركن المادي للجريمة بصفة عامة، في سلوك إجرامي سواء أكان فعلاً أو امتناعًا، يترتب عليه نتيجة إجرامية، ترتبط بالسلوك الجرمي برابطة سببيه [1].ومن ثم، يتكون الركن المادي للجريمة من ثلاثة عناصر هي: العنصر الأول: السلوك الإجرامي والعنصر الثاني: النتيجة الإجرامية، **أما** العنصر الثالث فهو رابطة السببية بين السلوك الجرمي والنتيجة الإجرامية التي تحققت..

ولذ؛ لا يمكن القول بوجود الجريمة النانوية الطبية العمدية أو غير العمدية إلا إذا توفر الركن المادي بمكوناته الثلاثة وهي الخطأ الجنائي كسلوك مادي، والضرر الجنائي كنتيجة إجرامية للسلوك المادي، وعلاقة سببية تربط بينهما يسبقها ركن مفترض في الجريمة يتمثل في صفة مرتكب الجريمة ووسيلة ارتكاب السلوك الجرمي [2].

الركن المفترض :

1- الصفة الخاصة في مرتكب الجريمة: بداية نقرر بان أول ما يشترط لقيام المسؤولية الجنائية عن الجريمة النانوية الطبية, هو أن يكون مرتكبها طبيباً وإن يحصل على إذن من الجهات المسؤولة في الدولة بمزاولة العمل الطبي النانوي. فقد يحمل الطبيب على شهادة طبية معترف بها فيصدق عليه وصف الطبيب في دول أخرى إلا دولته, لسبب مهني أو علمي أو إداري تنظيمي, فإذا قام بأي عمل طبي مستخدمًا تقنية النانو تكنولوجي يعتبر عمله غير مشروع حيث لا يعد طبيباً, ولا يندرج فعلة ضمن الجرائم الطبية [3].ولكن ماذا لو مارس طبيب غير متخصص أو غير مؤهل علميًا في تقنية النانو تكنولوجي جراحة بالنانو روبوت أو استخدم الأغلفة النانوية المطلية بالذهب لتدمير الخلايا السرطانية وترتب عليها ضرر للمريض فهل توصف جريمته بانها من الجرائم الطبية وتقوم عنها المسؤولية الجنائية الطبية؟

استنادًا لشروط إباحة العمل الطبي فانة يلزم فيمن يجرى العمل الطبي مستخدمًا تفنيه النانو تكنولوجي أن يكون طبيبا " مجازًا ، أو مرخصًا " له بإجراء العمل الطبي الذي أجراه . فان فقد هذه الصفة فلم يكن مجازًا له أو مرخصًا له بإجرائه تتحقق مسئوليته الجنائية عن النتائج النهائية التي ترتبت على فعله مسئولية عمديه أو خطئيه حسب قصده.

يلاحظ، أن معظم التشريعات الوطنية لا ترى داعيًا لوضع تنظيم قانوني مستقل لممارسة الطب النانوي والجرائم التي ترتكب من ممارسيه تاركة الأمر للقواعد العامة في قانون العقوبات والقوانين المكملة ومنها المشرع المصري.

فتعتبر ممارسة التداوي بالطب النانوي من قبل مهندسو الطب النانوي ، ممارسة لمهنة الطب بدون ترخيص، فإذا أتى بأي من الأفعال المتصلة بالعمل الطبي كإبداء مشورة طبية أو إجراء أعمال جراحية للمرضى، يسأل عن جريمتين، الأولى جريمة عمدية هي مزاولة مهنة الطب بدون ترخيص، كما يسأل عن كافة الجروح والأضرار التي لحقت بجسم المريض .وعلى ذلك فجوهر مسئولية المعالج بالطب النانوي، هو طبيعة العمل ذاته إذ يجب أن يكون عملا من الأعمال الطبية المرتبطة بالفحص أو التشخيص أو العلاج أو التذكرة الطبية او الرعاية الصحية أو الوقاية ، وتتخذ صور المسئولية الجنائية للمعالج بالطب النانوي إحدى صورتين، الأولى المسئولية عن الجرائم العمدية، والثانية المسئولية عن الخطأ غير العمدي.

---

(1) انظر تفصيلا؛ د/ محمود نجيب حسني، شرح قانون العقوبات(القسم العام)دار النهضة العربية ، 1996م، ص 272؛ د/عبد الفتاح الصيفي، المرجع السابق، ص 182 وما بعدها.

(2)انظر تفصيلا؛ أستاذنا الدكتور/فتوح الشاذلي، شرح قانون العقوبات -القسم العام- الكتاب الأول- الإسكندرية، دار المطبوعات الجامعية ،2001م، ص 369 ،370 ؛د/ أحمد بلال، المرجع السابق، ص 478 وما بعدها.

(3) تتنوع المسؤولية الجنائية للطبيب وفقا لطبيعة سلوكه الجرمي إلى نوعين:

النوع الأول المسؤولية الجنائية الناشئة عن الجرائم العادية, وهذه الجرائم لا صلة لها بالأصول الفنية الدقيقة للمهنة..

النوع الثاني المسؤولية الجنائية الناشئة عن الجرائم الفنية و هي جرائم تعتبر من صميم عمله وتتصل اتصالاً وثيقاً بالأصول الفنية لمهنته.

انظر تفصيلا؛ د/ أسامة عبد الله قايد، المرجع السابق، ص 120- 140.

العنصر الأول: السلوك الإجرامي(الخطأ الجنائي):يقصد بالسلوك الإجرامي، أي تصرف إرادي يصدر عن الجاني في ظروف معينة، بغية تحقيق غاية إجرامية. والسلوك الإجرامي، قد يكون إيجابيًا، وقد يكون سلبيًا، وقد يتخذ صورة السلوك الإيجابي بطريق الامتناع [1].

وسيلة ارتكاب السلوك: يعتبر السلوك الإجرامي من أهم عناصر الركن المادي في جريمة التداوي بتقنية النانو تكنولوجي فيقع من خلال استعمال تقنيات النانو تكنولوجي الطبية. فيتخذ السلوك الجرمي صورة الحركات العضوية الإرادية التي يأتيها الطبيب؛ لأحداث أثر خارجي معين تلمسه الحواس باستخدام الروبوت النانوي أو الجسيمات النانوية أو يتمثل في سلوك سلبي كعدم استخدامه أدوات معقمة عند التشخيص أو العلاج بتقنية النانو، مما يترتب عليه تحقق نتيجة إجرامية، فلا جريمة بدون هذا السلوك [2].

العنصر الثاني: النتيجة الإجرامية (الضرر) : النتيجة الإجرامية، هي ما يحدثه السلوك الإجرامي من تغيير في العالم الخارجي، وتعد أحد عناصر الركن المادي للجريمة. فالتغيير المادي لا يلفت نظر القانون إلا لأنه يتضمن اعتداءً على حق يقدر المشرع أنه جدير بالحماية [3] .ويعتبر الضرر العنصر الأساس الذي ترتكز عليه المسئولية الجنائية في مجال التداوي بالطب النانوي، فلا يمكننا الحديث عن قيام المسئولية الجنائية الطبية إذا لم يتحقق الضرر.

والضرر، هو الأثر المباشر الذي يصيب المريض في جسمه أو نفسه نتيجة للخطأ الجنائي الواقع علية من المعالِج بأساليب الطب النانوي. والضرر قد يكون مادي وهو الضرر المتمثل في المساس بسلامة جسم الإنسان سواء كان بإزهاق الروح، أو تلف عضو من الأعضاء، وقد يكون ضرر معنوي، وهو الضرر المتمثل بالآلام النفسية والجسمانية التي يعانيه المريض نتيجة خطأ الطبيب عن استخدامه تقنية النانو تكنولوجي في التشخيص أو العلاج [4].

العنصر الثالث: علاقة السببية[5]: لكي تقوم المسؤولية الجنائية للطبيب المعالج بتقنية النانو تكنولوجي عن الخطأ الجنائي الذي ارتكبه، و الضرر الذي أصاب المريض لابد من أن تكون هناك علاقة سببية تربط بين كل من الخطأ الحاصل والضرر الواقع [6] .وبالتالي اذا انقطعت علاقة السببية بينهما تنتفي المسئولية الجنائية الطبية [7].

الفرع الثالث :الركن المعنوي للجريمة النانوية الطبية

لا يكفي لقيام البنيان القانوني للجريمة بصفة عامة، والجريمة النانوية الطبية الموجبة للمسؤولية الجنائية للطبيب بصفة خاصة، توافر الركن المادي بعناصره السابق إيضاحها، من سلوك مادي، ونتيجة إجرامية، ورابطة سببية بين السلوك الجرمي والنتيجة، بل يلزم توافر ركن آخر هو الركن المعنوي..

---

(1) انظر تفصيلا؛ د/ محمود نجيب حسني، المرجع السابق، ص 272؛ أستاذنا الدكتور فتوح الشاذلي/ المرجع السابق ،ص 375

(2) في السلوك الإجرامي للركن المادي انظر تفصيلا ؛ رسالتنا للدكتوراه ،ص 256-259

(3) في النتيجة الإجرامية للجريمة بصفة عامة انظر تفصيلاً؛ د/ محمد زكي أبو عامر، قانون العقوبات- القسم العام- الإسكندرية، دار المطبوعات الجامعية ،1986 م، ص 118 و ما بعدها ؛ د/ أحمد بلال، المرجع السابق، ص 544 وما بعدها.

(4) في تعريف الضرر وصورة انظر تفصيلا ؛ د/ أبو اليزيد علي الميت، جرائم الإهمال في القانون المصري، الإسكندرية ،دار نشر الثقافة، 1958م ، ص 145- 151؛ د/ محمد حسين منصور، المسؤولية الطبية، الإسكندرية، منشاة المعارف، ص 105-109.

(5) انظر تفصيلا؛ د/ فائق الجوهري، المرجع السابق، ص 355-360.

(6) في علاقة السببية في الجريمة انظر؛ د/ عوض محمد ، قانون العقوبات (القسم العام)، الإسكندرية، دار الجامعة الجديدة، 2000م ، ص 65، 66.

(7) في رابطة السببية ما بين الخطأ والضرر لتحقق المسؤولية الطبية انظر تفصيلا ؛ د/ أبو اليزيد علي الميت، المرجع السابق، ص 90- 114؛ د/ محمد حسين منصور، المرجع السابق، ص 114-128

والخطأ الجنائي هو جوهر الركن المعنوي، ويتمثل هذا الخطأ في اتجاه معين لإرادة الجاني فإذا أتخذ صورة العمد سمي بالقصد الجنائي وإذا أتخذ صورة الخطأ سمي بالخطأ غير العمدي ،وبذلك يقوم كلا من القصد والخطأ على اتجاه إرادي منحرف مخالف للقانون، فينطوي على إرادة آثمة بالنظر إلى الوجهة التي انصرفت إليها [1]

والركن المعنوي للجريمة النانوية الطبية هو الاتجاه الآثم للإرادة الطبيب الحرة نحو الواقعة المادية المكونة للجريمة. ويتخذ الركن المعنوي للجريمة النانوية الطبية عدة صور وفق اتجاه إرادة الطبيب، ومدى ما يسند إليه من ماديات الجريمة على النحو التالي :

1- تتخذ الإرادة الإجرامية للطبيب صورة العمد، حيث تمتد الإرادة فتشمل النتائج التي يعاقب عليها القانون، والنتائج المترتبة على الأفعال الإرادية التي يرتكبها. ويطلق على الركن المعنوي في هذه الحالة اصطلاحًا القصد الجنائي (العمد)، وتقوم به كافة صور الجرائم النانوية الطبية العمدية.

2- تتخذ الإرادة الإجرامية صورة الخطأ، حيث تقف إرادة الطبيب عند حد الأفعال المادية التي يرتكبها، ولا تمتد إلى نتائجها المعاقب عليها قانونًا. ويطلق على الركن المعنوي في هذه الحالة اصطلاحًا (الخطأ غير العمدي)، وتقوم به كافة صور الجرائم النانوية الطبية غير العمدية.

3- تتجه الإرادة الإجرامية للطبيب نحو الفعل الإجرامي ونتائجه، ولكن تتحقق نتيجة إجرامية أخرى تتجاوز قصدة، ويطلق على الركن المعنوي في هذه الحالة اصطلاحًا "القصد المتعدي" أو "القصد المتجاوز" وتقوم به الجريمة النانوية الطبية المتعدية القصد [2].

أولاً : القصد الجنائي:

1- ماهية القصد الجنائي :يعرف القصد الجنائي بأنه: علم الجاني بعناصر الجريمة كما هي محددة في نموذجها القانوني، مع اتجاه إرادته المعتبرة قانونا نحو تحقيق هذه العناصر أو قبولها [3].فالقصد الجنائي يعني اتجاه إرادة الطبيب المعالج بأساليب النانو تكنولوجي إلى النشاط الإجرامي الذي باشره، وإلى النتيجة الإجرامية المترتبة عليه، مع علمه بها وبكافة العناصر التي يشترطها القانون لقيام الجريمة. فيلزم لتحقق الجريمة النانوية الطبية اتجاه إرادة الطبيب الحرة المعتبرة قانونًا إلى ماديات الجريمة المكونة لركنها المادي، مع علمه بها وبما يشترطه القانون فوق ذلك من عناصر إضافية، مثل الشروط المفترضة في الجريمة.

2- عناصر القصد الجنائي: انتهينا إلى أن القصد الجنائي، هو الإرادة التي يوجهها الجاني باختياره نحو ماديات الجريمة، من سلوك جرمي، ونتيجة إجرامية، والعلم الذي يتمكن به الجاني من الإحاطة بالواقعة الإجرامية وكافة عناصرها القانونية. وبالتالي يكون عنصري القصد الجنائي في الجرائم النانوية الطبية هما عنصر العلم وعنصر الإرادة [4].وتأسيسًا على ما سبق يمكن القول بان القصد الجنائي للمعالِج بالطب النانوي هو اتجاه إرادته المعتبرة قانونًا نحو السلوك المجرم مع توافر علمه بكافة مادياته وتأثيم القانون له.

1. عنصر العلم: يقصد بالعلم كعنصر من عناصر القصد الجنائي في الجرائم النانوية الطبية العمدية ،إحاطة الطبيب بعناصر الواقعة الإجرامية من تقنيات النانو تكنولوجي، وبكافة العناصر القانونية الأخرى التي تتكون منها الجريمة وفق نموذجها القانوني. وتتمثل هذه العناصر في عناصر الركن المادي، والشروط المفترضة في الجريمة، ويلحق بها كافة الظروف التي تغير من وصف الجريمة،

(1) في الركن المعنوي للجريمة انظر تفصيلا ؛ رسالتنا للدكتوراه ،ص 256-259.

(2) راجع في صور الخطأ الجنائي والركن المعنوي ؛ د/ عبد الفتاح الصيفي، المرجع السابق، ص 300؛ د/ عوض محمد ،المرجع السابق، ص 210.

(3) في تعريف القصد الجنائي راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، المرجع السابق، الكتاب الأول، ص 438؛ د/ أحمد عوض بلال، مبادئ قانون العقوبات المصري، القسم العام ،الكتاب الثاني، سنة 2004، ص 779.

(4)انظر تفصيلاً؛ د/ محمود نجيب حسني ،المرجع السابق، ص 559- 580 .

لأنها تعتبر من العناصر المكونة للجريمة. فإذا جهل الطبيب بأحد عناصر تقنية النانو، أو وقع في غلط جوهري بشأنها، انتفى القصد الجنائي لديه.

2- عنصر الإرادة: تتمثل الإرادة كعنصر في القصد الجنائي، في نشاط نفسي يهدف إلى تحقيق غرض معين غير مشروع. ويجب لتوافر القصد الجنائي في الجرائم النانوية الطبية العمدية للطبيب أن يهدف هذا النشاط النفسي (الإرادة الإجرامية) إلى تحقيق النشاط الإجرامي، وإحداث النتيجة الإجرامية التي ينهى عنها القانون باختيار حر [1].لذلك، لا يكفي لتحقق الجريمة النانوية الطبية العمدية إرادة النشاط أو السلوك الإجرامي، بل يلزم أن تكون الإرادة المجرمة متجهة نحو وسيلة التداوي بتقنية النانو تكنولوجي المتمثل في ارتكاب السلوك وتحقق النتيجة الإجرامية.

3- صور القصد الجنائي:

أ-القصد العام: مُؤدى القصد الجنائي العام في جريمة التداوي بتقنية النانو تكنولوجي، انصراف إرادة الطبيب إلى السلوك والنتيجة الإجرامية معًا مع الإحاطة بكافة عناصر الجريمة وفق نموذجها القانوني [2]. فالإرادة والعلم، يكونان معًا القصد الجنائي العام اللازم في كافة صور الجرائم النانوية الطبية العمدية من جنايات وجنح. ولا يختلف مفهوم وإلزامية توافر القصد الجنائي العام من جريمة عمديه إلى جريمة عمدية أخرى. ومثاله في مجال التداوي بالطب النانوي أن يقوم الطبيب باستعمال الروبوت النانوي الجراحي مما يترتب علية جرح المريض دون الحاجة لذلك لان قصدة هو إجراء تجربة علمية على المريض لا بقصد علاجه.

ب-القصد الخاص: يتطلب الركن المعنوي في بعض الجرائم العمدية كقاعدة عامة، توافر قصد جنائي خاص إلى جوار القصد العام. وينطوي القصد الخاص على علم وإرادة من الجاني لا ينصرفان إلى أركان الجريمة، وإنما ينصرفان إلى وقائع أخرى لا تدخل ضمن عناصر الجريمة. بمعنى، أن القصد الجنائي الخاص، يقوم على علم وإرادة من الجاني ينصرفان إلى وقائع خارجة عن ماديات الجريمة، كإجراء الطبيب عملية جراحية باستخدام الروبوت النانو الجراحي للمريض بقصد إزهاق روحه أو إتلاف عضو من أعضائه لعدوة بينهما، أو لإجراء تجربة علمية علية لا بقصد علاجه.

ثانيا : مفهوم وصور الخطأ غير العمدي:

1- مفهومة: الخطأ الجنائي هو احدى صور الخطأ بشكل عام. والأصل في الجريمة أنها عمدية، ولا يحتاج هذا الأصل لنص يصرح بذلك والاستثناء هو الخطأ غير العمدي، ولا بد للجريمة من نص صريح بمناسبة كل جريمة على حدة. ولم يعرف القانون المصري الخطأ غير العمدي ويعرفه الفقه الجنائي بانة سلوك إرادي، ينطوي على أخلال بواجب الحيطة والحذر أو الانتباه الذي يفرضه القانون أو الخبرة الإنسانية أو العملية أو الفنية ويترتب علية نتيجة إجرامية كان في استطاعة درؤها. ويتميز هذا الخطأ بترتب عقوبات خاصة محددة من قبل المشرع الجنائي. ولذا؛ يمكننا القول بأن الخطأ الجنائي في بالطب النانوي هو مخالفة المعالج بتقنية النانو تكنولوجي الأصول العلمية في هذا المجال مما يترتب عليه قتل إنسان أو إتلاف عضو من أعضائه [3].

ولم يعرف المشرع المصري الخطأ غير العمدي اكتفاء بعرض صور الخطأ حيث اكتفي بذكر الإهمال في المواد (139، 147، 360) وذكر الإهمال وعدم الاحتراز في المادة (١٦٣)، والإهمال والتقصير واحداً في المادة (٨٢ /ج)، ويجمع المشرع الجنائي في جرائم القتل والإصابة الخطأ بين اكبر عدد من صور الخطأ وهي الرعونة أو عدم الاحتياط وعدم الاحتراز أو الإهمال أو عدم

(1) في عنصر الإرادة انظر تفصيلاً؛ د/ محمد ذكي أبو عامر، المرجع السابق، ص243-250؛ د/ أحمد بلال، المرجع السابق، الكتاب الثاني، ص 812. وما بعدها.

(2) في عناصر القصد الجنائي العام انظر تفصيلا؛ رسالتنا للدكتوراه ،ص 262.

(3) في تعريف الخطأ والفكرة الجامعة للخطأ انظر تفصيلا ؛ د/ محمود نجيب حسني ،المرجع السابق، ص 636 -638.

الانتباه أو عدم مراعاة واتباع اللوائح. وبالرغم من اختلاف العبارات التي يستعملها المشرع فالمقصود بها كلها واحد هو الخطأ في احدى صورة.

صور الخطأ غير العمدي في مجال التداوي بتقنية النانو تكنولوجي[1]:

1–الإهمال: يعنى الإهمال أن يقف الطبيب موقفا سلبيًا فلا يتخذ واجبات الحيطة والحذر التي كان من شأن اتخاذها الحيلولة دون وقوع النتيجة الإجرامية ويتمثل في ترك أمر واجب أو الامتناع عن فعل يجب أن يتم [2]. ومثال ذلك أن يهمل الطبيب عند استخدامه لتقنية النانو تكنولوجي تعقيم الأدوات المستخدمة مما يؤدي إلى تسمم المريض أو وفاته، أو يحدد جرع من مادة الذهب لمريض السرطان بدون الانتباه إلى مدى تأثيره علية.

2– الرعونة: يراد بالرعونة الإقدام على الفعل إذا اقترن بطيش أو خفة أو سوء تقدير لعواقبه أو بنقص في المهارة الفنية اللازمة لمباشرته، أو بجهل بما يتعين عليه العلم بشان مباشرته [3]. ويتحقق الخطأ بهذه الصورة عندما يصف الطبيب المستخدم لتقنية النانو برنامج علاجي لمريض سكر أو ضغط دون أن يكون لدية علم ودراية بخطورتها عليه؛ فتؤدي إلى دخول المريض في غيبوبة أو تعرضه لجلطة تؤدي لعجز عضو من أعضائه.

3– عدم الاحتراز: جوهر عدم الاحتراز (أو عدم الاحتياط) إقدام الجاني على اتخاذ مسلك توجب قواعد الخبرة العامة الامتناع عن إتيانه بالشكل الذى اتخذ به أو في الوقت الذي وقع فيه [4].ومن أمثلة ذلك أن يقوم المعالِج بعمل حجامة لمريض سكر أو ضغط دون أخذ الاحتياطات اللازمة مما يؤدي لدخوله في غيبوبة وتدهور الحالة الصحية للمريض.

4– عدم مراعاة واتباع اللوائح والقوانين. يقصد بعدم مراعاة واتباع اللوائح عدم تطابق سلوك الجاني للقواعد التي تقررها اللوائح والقوانين المنظمة لمزاولة مهنة الطب. فهذا خطا ينص علية القانون ويرتب المسؤولية الجنائية عما يقع بسببه من النتائج الضارة ولولم يثبت على من ارتكبه أي نوع أخر من الخطأ ويطلق علية (الحظا الخاص) تميزا له عن الخطأ العام الذي تندرج تحته صور الحظا الأخرى[5]. ومثالة أن يرتكب الطبيب سلوكا مخالفا للوائح التي يستلزمها التشخيص أو العلاج بتقنية النانو تكنولوجي، أو يمتنع عن تنفيذ القوانين واللوائح الخاصة بممارستها في العمل الطبي. فتتحقق الجريمة النانوية الطبية عندما يقوم الطبيب بممارسة التشخيص أو العلاج بتقنية النانو تكنولوجي دون الحصول على ترخيص يخوله ممارسة هذه المهنة، أو أن يمتنع عن اتباع أساليب الصحة والسلامة التي تنص عليها اللوائح والنظم في هذا المجال لدي الأنظمة التي تفرض ذلك. او لم يتبع الطبيب عند ممارسة العمل الطبي بتقنية النانو تكنولوجي سائر ما تقضى به أصول الفن الطبي.

المبحث الثالث :صور المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالنانو تكنولوجي

راينا فيما سبق أن الجريمة في الطب النانوي هي موجب المسئولية الجنائية الطبية بشقها المادي: والذي يتحقق بوجود واقعة لها كيان مادي يصفها التشريع الجنائي (بالجريمة) وشقها الشخصي: والذي يتمثل في أهلية المسئولية الجنائية الشخصية التي تثبت

(1) في صور الخطأ غير العمدي انظر تفصيلا؛ د/ فائق الجوهري، المرجع السابق، ص 341، 0350

(2) راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، المرجع السابق، الكتاب الأول، ص 438؛ د/ أحمد عوض بلال، مبادئ قانون العقوبات المصري، الكتاب الثاني، المرجع السابق، ص 779.

(3) راجع؛ د/ عبد الفتاح الصيفي، قانون العقوبات، المرجع السابق، ص 353-355؛ د/ عوض محمد، المرجع السابق، ص 225- 229.

(4) في تعريف عدم الاحتراز انظر تفصيلا ؛ د/ محمد ذكي أبو عامر، المرجع السابق، ص 388.

(5) انظر تفصيلا ؛ د/ محمود نجيب حسني ،المرجع السابق، ص 652-650.

للطبيب مقترف مادياتها، وتدور وجودًا وعدمًا مع التمييز وحرية الاختيار. وقوم المسئولية الجنائية للطبيب عن الخطأ الطبي على ثلاثة أركان هي:

1- الخطأ الطبي: أي خطأ أو إهمال من جانب الطبيب في ممارسة عمل طبي[1].

2- الضرر: إصابة المريض بضرر معين، أدبي أو مادي أو نفسي أو جسدي.

3- رابطة السببية: ضرورة توفر علاقة سببية بين خطأ الطبيب والضرر الذي أصاب المريض.

فإذا انتفى ركن من هذه الأركان انتفت المسؤولية الجنائية للطبيب عن الجريمة النانوية الطبية. فلو كان هناك ضرر أصاب المريض عند ممارسه الطبيب العلاج أو التشخيص بتقنية النانو تكنولوجي بدون خطأ من جانب الطبيب فلا مسئولية جنائية أو مدنية عليه. أما إذا أصاب المريض ضرر وكان هناك خطأ من جانب الطبيب، دون أن تتحقق رابطة السببية بين ذلك الخطأ وهذا الضرر فلا مبرر قانوني يستوجب المسؤولية الجنائية الطبية عن خطأ لم يكن هو السبب في إحداث الضرر.

ويترتب على الأعمال الطبية التي يقوم بها الطبيب لممارسته تقنية النانو تكنولوجي جرائم تختلف هذه الجرائم وفقا للطبيعة القانونية لأعمال الطبيب فيما لو توفرت شروط إباحة العمل الطبي. والشروط اللازمة لإباحة العمل الطبي هي أن يكون القائم بالعمل الطبي مرخص له قانونًا بذلك العمل، وان يتم العمل برضاء المريض، فضلا عن توافر الشرطين الآخرين وهما قصد العلاج واتباع الأصول العلمية لممارسة استخدام تقنية الناو تكنولوجي في الأعمال الطبية. والجرائم النانوية الطبية المتعلقة بهذه الشروط قد تكون عمدية أو غير عمدية اذا وقعت على الأشخاص أما الجرائم الواقعة على الأموال فهي عمدية، مع الإشارة إلى أن دراستنا للجرائم النانوية الطبية جاءت على سبيل المثال لا الحصر من منطلق أنه يصعب تحديد نطاق الجريمة النانوية الطبية.

المطلب الأول :المسؤولية الجنائية عن الجرائم النانوية الطبية العمدية

تعد الجرائم النانوية الطبية موجبًا للمسئولية الجنائية الطبية باعتبارها واقعة مادية لها كيان محسوس في العالم الخارجي. كما أن للجريمة النانوية الطبية كيان نفسي أيضًا؛ لأنها تصدر عن طبيب يعتبره القانون الجنائي مسئول جنائيًا عنها إذا توافرت لديه الأهلية الجنائية ومناطها التمييز وحرية الاختيار [2] .ومن ثم يقصد بالمسؤولية الجنائية عن التداوي بالطب النانوي تحمل الطبيب تبعة ارتكابه سلوكه المجرم حال كونه مدركاً مختارا، بمخالفته القوانين واللوائح المنظمة للعمل الطبي أو عدوانه على المال أو النفس أو العرض بمناسبة مزاولته لمهنته.

وتشمل الجرائم العمدية لأعمال المعالج بالطب النانوي جرائم واقعة على الأموال (جريمة الاحتيال)، وجرائم واقعة على الأشخاص وتتحقق في حال كون عمل المعالج يفتقد لأحد الشروط اللازمة لممارسة العمل الطبي الآتية :

1-وجود الترخيص القانوني لمزاولة الطب النانوي.

٢ رضاء المريض بالعلاج بتقنية النانو تكنولوجي .

3-قصد العلاج.

4- مراعاة الأصول العلمية والفنية المتعلقة بتقنية النانو تكنولوجي.

وتعتبر هذه الجرائم من قبيل الجرائم النانوية الطبية العمدية باعتبار أن القصد الجنائي للطبيب يكون بارزا فيها بخلاف الجرائم غير العمدية التي قوامها الخطأ الجنائي. ومن الجرائم النانوية الطبية العمدية هناك أولا: جريمة الاعتداء على حق المريض في

(1) في الإهمال الطبي كركن لتحقق المسؤولية الجنائية الطبية انظر تفصيلا ؛ د/ أبو اليزيد علي الميت، المرجع السابق ، ص 145- 151.

(2) انظر تفصيلاً؛ د/ حسن المرصفاوي، قواعد المسئولية الجنائية في التشريعات العربية، القاهرة، معهد البحوث والدراسات العربية، 1972 م، ص 17-20؛ د/ عبد الفتاح الصيفي، قانون العقوبات(النظرية العامة)، الإسكندرية، دار الهدى للمطبوعات، بدون سنة، ص 517.

الخصوصية الجسدية أثناء العلاج بتقنية النانو تكنولوجي، وثانيا: تحرير تقارير طبية تتضمن حقائق مزورة وعلى غير الحقيقة وثالثا: جريمة إفشاء الأسرار، ورابعا: وجريمة الإجهاض وتشوية الأجنة.

أولا: اثر تخلف الترخيص القانوني لمزاولة التداوي بالطب النانوي:

قد يتيح المشرع في بعض الأحوال لممارس الطب النانوي المساس بجسم الأنسان بعد حصوله على إجازة علمية طبقا للقواعد والأوضاع التي نظمتها التعليمات واللوائح وتعتبر هذه الإجازة هي أساس الترخيص الذي تستلزم القوانين واللوائح الخاصة بالمهنة الحصول عليه قبل مزولتها فعلا.

ولذا؛ تستلزم القوانين الخاصة بمزاولة مهنة الطب والصيدلة حصول الطبيب المعالج على ترخيص من الجهات المختصة وتوافر اشتراطات محددة به، وفي حال عدم امتلاك المعالج للرخصة القانونية تكون جريمة مزاولة مهنة العمل الطب بدون ترخيص.

جريمة ممارسة التداوي بالطب النانوي بدون ترخيص: يكثر اللجوء للتداوي بتقنية النانو تكنولوجي لما تدرة من أرباح خيالية على الأطباء والمنشئات الطبية خاصة في الأمراض المستعصية على الطب التقليدي ولكثرة الأضرار الجانبية للعلاج بالأدوية الكيمائية والخوف من إجراء العمليات الجراحية مما ساعد على اتساع مجال الممارسة غير المشروعة للتداوي بالطب النانوي.

وتحظر كافة التشريعات الممارسة غير المشروعة لمهنة الطب فنص المشرع المصري في المادة الأولى من قانون مزاولة مهنة الطب رقم (415) لسنة 1954 م وتعديلاته عن الضوابط التي تتحقق بها المزاولة غير المشروعة لمهنة الطب[1]. ويعتبر ممارسة مهنة الطب بصورة عامة بدون ترخيص في ذاته فعلاً مجرماً، وتتحقق المسؤولية الجنائية لمن لا يملك الحق لمزاولة مهنة الطب، ولو لم ينشأ عنه أي أذى للمريض .

وتأسيسا على ما تقدم بيانه؛ يلزم لقيام الممارسة غير المشروعة للعلاج أو التشخص بتقنية النانو تكنولوجي أن يزاولها شخصاً لم يجز له القانون ذلك. حيث تستند إباحة العمل الطبي أساساً إلى حصول القائم بهذا العمل على ترخيص قانوني لمزولته ويسأل جنائياً عما صدر منه من أفعال على أساس العمد .وتكمن الحكمة من تجريم المزاولة غير المشروعة للتداوي بالطب النانوي بدون ترخيص في الحفاظ على صحة الناس وصونها من عبث غير المتخصصين والجهلاء بأصول المهنة ولو لم ينشأ عنه أي أذى للمريض.

ثانيا: اثر تخلف شرط رضاء المريض بالعلاج بتقنية النانو تكنولوجي:

يقصد بشرط الرضاء وجوب توافر رضاء المريض نفسه أو رضاء من له حق تمثيلة قانونًا الولي أو الوصي أو القيم اذا كان المريض غير أهل أو غير قادر على التعبير عن أرادته. فإن لم يتوفر شرط رضاء المريض بالتشخيص أو العلاج بأحدي وسائل النانو تكنولوجي ممن يمارسه فلا يكون هناك استعمال للحق لعدم مشروعية الفعل؛ لذلك تتحقق المسؤولية الجنائية للطبيب عن جريمة نانوية طبية عمدية سواء كانت جريمة إيذاء أو ضرب مفضي إلى موت أو إحداث عاهة مستديمة.

ثالثا: اثر تخلف شرط قصد العلاج:

ينصرف مفهوم قصد العلاج إلى كل وسيلة من سائل الطب النانوي يمارسها المعالج يستهدف بها نفع المريض وتحسين سلامة صحته وتخليصه من الأمراض أو وقايته منها، أو الكشف عن أسباب سوء صحته. ولذا؛ تعتبر الجرائم المتعلقة بتخلف شرط قصد العلاج جرائم عمدية وأن ترتب على التداوي بتقنية النانو تكنولوجي شفاء المريض كما لو قصد إجراء تجربة علمية على المريض وان أدت إلى شفائه.

([1]) تنص المادة الأولى من القانون على: (لا يجوز لأحد إبداء منشورة طبينه أو عيادة مريض أو إجراء عملية جراحية أو مباشرة ولادة أو وصف أدوية أو علاج مريض أو أخذ عينة من العينات التي تحدد بقرار من وزير الصحة العمومية من جسم المرضى الآدميين للتشخيص الطبي المعملي بأية طريقة كانت). كما نص القانون على عقوبة المخالف لذلك في المادة(10) منه، بالنص على أنه: (يعاقب بالحبس مدة لا تتجاوز سنتين وبغرامة لا تزيد على مائتي جنيه أو بإحدى هاتين العقوتين كل من زاول مهنة الطب على وجه يخالف أحكام هذا القانون).

رابعا: جرائم الاعتداء العمدي على سلامة جسم المريض[1]:

قد يشكل سلوك المعالج بتقنية النانو تكنولوجي عند تخلف شرط الترخيص أو عدم رضاء المريض أو تخلف قصد العلاج احدى جرائم الاعتداء عمداً على سلامة الجسم وهي بصفة أصلية أفعال الجرح والضرب وإعطاء المواد الضارة، والتي ورد النص عليها في الباب الأول من الكتاب الثالث من قانون العقوبات تحت عنوان : القتل والجرح والضرب، وهى الجرائم التي تضمنتها المواد (٢٣٦، ٢٤٠، ٢٤٢، ٢٤) من قانون العقوبات بالإضافة إلى جريمة إعطاء المواد الضارة التي نصت عليها المادة ٢٦٥ من قانون العقوبات.

وتشترك هذه الجرائم في أركانها العامة، لكنها تختلف من حيث العقوبات المقررة لها. وتقوم جريمة الجرح أو الضرب العمدي أو المفضي للموت أو لعاهة مستديمة على ركنين الركن المادي والمعنوي، والركن المادي هو كل سلوك يحرمه القانون ويترتب عليه التغيير من حالة إلى حالة مغايرة ويتمثل فيه الاعتداء على المصلحة التي يحميها القانون. فيتحقق الركن المادي في جرائم الاعتداء على سلامة الجسم بارتكاب فعل الاعتداء الذي يترتب عليه إصابة جسم المريض بالأذى. ومن ثم تقوم عناصر الركن المادي لهذه الجرائم بفعل الاعتداء ويتمثل في الجرح أو الضرب أو إعطاء المواد الضارة الصادر من المعالج بالطب النانوي وتحقق النتيجة الإجرامية التي تتمثل في نتيجة هذا الاعتداء وعلاقة السببية بين الفعل والنتيجة.

ويتحقق الركن المعنوي لهذه الجرائم بالقصد الجرمي العام لدى المعالج بتقنية النانو تكنولوجي، متى قامت الأركان المكونة لهذا الفعل المجرم، استحق المعالج العقوبة المقررة له التي تتراوح بين الحبس والغرامة. وقد أجاز المشرع المصري لقاضي الموضوع الحكم على الجاني إما بالحبس أو الغرامة أو بهما معاً، كما نص على العود كظرف مشدد للعقوبة .

وبناء علية؛ يترتب على تخلف شرط الترخيص القانوني بمزاولة مهنة الطب النانوي أو مجاوزة الحدود المسموح له به أن يكون المعالج مسؤولا طبقا للقواعد العامة وأن ترتب عليه شفاء المريض لتخلف احدى الشروط اللازمة لإباحة عمل المعالج بالطب النانوي مادام يمس سلامة الجسم خاصة عندما يداوي بوسائل غير مأمونة وفقا للقواعد العلمية ويترتب عليه المسؤولية الجنائية مالم يكن أمام حالة من حالات عدم المسؤولية كحالة الضرورة القصوى .

خامسًا: جريمة النصب [2]:

يرتبط التداوي بالطب النانوي كأحد فروع الطب الحديثة خاصة في الدول العربية كوسيلة لكسب المال من خلال أطباء أو مؤسسات علاجية. وتتحقق جريمة النصب كصورة للجريمة النانوية الطبية بإتيان الجاني احد أفعال الخداع بانه يمكن علاج المريض بتقنية النانو تكنولوجي والذي يسفر عنه تحقق نتيجة إجرامية، بالحصول على مال الغير الذي هو موضوع هذه الجريمة وذلك من خلال فعل إرادي مقصود يرتكبه الجاني. وقد نص المشرع على جريمة النصب بالمادة(336) عقوبات. ولقد انتشرت بوسائل الأعلام كثير من أليات النانو تكنولوجي والترويج لها كأدوية طبيعية لآلام المفاضل وعلاج الضغط والسكري وكمنشطات جنسية أو للتخسيس مقابل مبالغ مالية ثم يثبت عدم جدواها طبيًا وعلميًا لأنها لازالت في طور التجارب العلمية التي لم تنتهي بعد بل و يسبب بعضها أضرار صحية وتحدث الوفاة.

سادسًا: جريمة إعطاء مواد ضارة:

(1) في البنيان القانوني لجرائم الاعتداء العمدي على سلامة الجسم راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، جرائم الاعتداء على الأشخاص والأموال، الإسكندرية، دار المطبوعات الجامعية، 2002م، ص 131-177؛ د/ حسن المرصفاوي، المرصفاوي في قانون العقوبات الخاص، الإسكندرية، منشاة المعارف، 1991 م، ص 224-248.

(2) في البنيان القانوني لجريمة النصب راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، جرائم الاعتداء على الأشخاص والأموال، المرجع السابق، ص 131-177؛ د/ رمسيس بنهام، بعض الجرائم المنصوص عليها في المدونة العقابية، المرجع السابق، ص 674-699.

تتحقق الجريمة بتوافر ركنيها المادي والمعنوي ويقصد بإعطاء المواد الضارة تناولها فعلا سواء عن طريق الفم أو الأنف أو بأي وسيلة أخرى.

1-الركن المادي : ينصب فعل الإعطاء على مواد وصفها المشرع بأنها ضارة بالصحة دون أن يحدد ماهيتها أو صورها. ولذلك كل المواد الضارة سواء في نظر القانون لتحقيق الركن المادي للجريمة، يستوى أن تكون المادة صلبة أو سائلة أو غازية. والعبرة في وصف المادة بأنها (ضارة) هي بالأثر النهائي الذي يحدثه تعاطيها، وليس بالأثر الوقتي لها.

قد يستخدم ممارس الطب النانوي جسيمات نانوية دون أدنى معرفة بمكوناتها ولا بضررها على جسم الإنسان ويتم إعطائها للمرضى كعلاج للضغط أو السكري أو للتخسيس والعبرة في ذلك بالأثر النهائي الذي تحدثه هذه المادة لجسم المريض بغض النظر عن علمة من عدمه. ففعل الإعطاء ينصرف لكل نشاط صادر عن الطبيب تكون نتيجته وصول المواد النانوية الضارة لجسم المريض كي تباشر تأثيرها الضار بسلامته البدنية أو النفسية .

والقاعدة أن يسأل المعالج بتقنية النانو تكنولوجي عن جريمة إعطاء المواد النانوية الضارة، مهما كانت جسامة الأذى الذى أصاب سلامة جسم المجنى عليه من تناولها، فيستوى أن يكون المساس بسيطاً أو على درجة معينة من الجسامة. لكن القانون يعتد بجسامة النتيجة كظرف مشدد للعقاب عن هذه الجرائم، إذا ترتب على إعطاء المواد النانوية الضارة مرض أو عجز عن الأعمال الشخصية، أو ترتب عليه حدوث عاهة مستديمة، أو ترتب عليه موت المجنى عليه .

2- الركن المعنوي: يقوم الركن المعنوي للجريمة النانوية الطبية على القصد الجنائي العام الذي يتطلب العلم بالعناصر السابقة واتجاه الإرادة لتحقق النتيجة الإجرامية ولا يمكن دفع المسؤولية الجنائية الطبي بجهل المعالج بتقنية النانو تكنولوجي عن طبيعة المادة التي سلمها للمريض بانها من قبيل المواد الضارة؛ لأنه كان علية أن يتيقن من طبيعتها أثناء تركيبها وخلطها وقبل تقديمها للمريض إهمالا.

المطلب الثاني :المسؤولية الجنائية عن الجرائم النانوية الطبية غير العمدية

تتحقق هذه الجرائم عندما يتوافر لدي المعالج بالطب النانوي حق ممارسة وسائل النانو تكنولوجي كسبب من أسباب الإباحة فيكون لدية الترخيص القانوني لممارسة الأعمال الطبية التي يقوم بها، مع رضاء المريض، وتوافر قصد العلاج غير انه لم يتبع الأصول العلمية للتداوي بتقنية النانو تكنولوجي في العمل الطبي .فممارسة الأعمال الطبية في الطب النانوي تحتاج إلى إتباع الأصول العلمية لتقنية النانو تكنولوجي في المجالات الطبية نظرًا لما تحمله من مخاطر تمس سلامة جسم المريض وصحته. ولذا نتسأل ما هي الجريمة غير العمدية للمعالج بتقنية النانو تكنولوجي وما أركانها ؟

وفي المقابل تتعد صور الأخطاء الطبية للجريمة النانوية الطبية غير العمدية في مرحلة فحص المريض بتقنية النانو تكنولوجي أو في مرحلة تشخيص المرض، أو في مرحلة العلاج بتقنية النانو تكنولوجي، أو عند تدوين الوصفة الطبية وتحديد الجسيمات النانوية أو خلال استعمال الأشعة النانوية أو الروبوتات النانوية أو يقع خطا طبي يسبب العدوى للمريض عند فحصة أو علاجه بتقنية النانو تكنولوجي أو يمتنع الطبيب عن تقديم المساعدة للمريض وهو في حالة خطر أثناء الفحص أو العلاج. كما يتحقق الخطأ الطبي أثناء عملية التخدير أو أثناء إجراء الجراحة بالروبوتات النانوية الجراحية .

أولا: ماهية الجريمة غير العمدية للمعالج بالطب النانوي :

تقوم الجريمة غير العمدية اذا وقعت النتيجة الإجرامية بسبب خطا الطبيب. واغلب صور الجرائم النانوية غير العمدية هي القتل والإصابة الخطأ وقد نص المشرع المصري على الأحكام العامة لهذه الجرائم التي تطبق على أحاد الناس كما تطبق على الطبيب عند استخدامه تقنية النانو تكنولوجي في التشخيص أو العلاج.

ثانيا: بعض صور الجرائم النانوية الطبية غير العمدية: تظهر الجريمة غير العمدية في صورة الخطأ الطبي للمعالج بالطب النانوي بشكل واضح في القتل والإصابة الخطأ. وتطبق جريمة القتل والإصابة الخطأ على المعالجين بتقنية النانو تكنولوجي كما تطبق على غيرهم من أحاد الناس بالرغم من أن المعالج بتقنية النانو تكنولوجي في بعض الدول- كالصين واليابان والولايات المتحدة الأمريكية- يمتلك رخصة قانونية لممارسة عمله غير انه لم يتبع الأصول الفنية للعمل الطبي.

1- جريمة القتل الخطأ [1]: نص المشرع على أحكام القتل الخطأ في المادة(238) عقوبات . ولجريمة القتل الخطأ ركنين أساسيين أولهما الركن المادي بعناصره السلوك الجرمي والنتيجة الإجرامية التي تحققت بوفاة المجني علية وعلاقة السببية بين الفعل والنتيجة، وثانيهما الركن المعنوي المتمثل بالخطأ غير العمدي، ومتى ترتب على ممارسة التداوي بأساليب الطب النانوي وفاة المريض بتحقق أركانه السابقة قامت المسؤولية الجنائية للطبيب عن جريمة القتل الخطأ.

2- جريمة الإيذاء الخطأ: عرض المشرع المصري لأحكام جرائم الإيذاء الخطأ في المادة 244 عقوبات . وتقوم جريمة الإيذاء غير العمدي بالركن المادي الذي يتمثل باعتداء الطبيب عند ممارسته العمل الطبي بتقنية النانو تكنولوجي كاستخدام الروبوت النانوي في التشخيص أو العلاج على حق المريض في سلامة جسده. ويتحقق الركن المعنوي للجريمة في صور الخطأ الغير عمدي حيث ترتب عند ممارسة التشخيص أو العلاج بوسائل الطب النانوي الإيذاء الخطأ للمريض، تقوم المسؤولية الجنائية للطبيب عن خطئه غير العمدي ويستحق العقوبة المقررة له. ويقوم البنيان القانوني لجريمة الإيذاء غير العمدية في حق ممارس العلاج بالطب النانوي بتوافر الركن المادي والركن معنوي[2].

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن إيجاز بعض الاستنتاجات والتوصيات التي توصل إليها البحث المعنون بأحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية بين ما هو كائن وما ينبغي أن يكون على النحو التالي :

أولا : النتائج:

أولا: النتائج: توصل البحث لعدد من النتائج نوجزها فيما يلي:

1-يستخدم الطب النانوي تكنولوجيا النانو وهي عبارة عن تقنية علمية تهدف إلى تشخيص وعلاج الأمراض والإصابات والوقاية منها وتخفيف الألم، وذلك عبر استخدام التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية ومواد منشأة بمقياس النانو الذي يتراوح بين 1 إلى 100 نانومتر. ومصطلح الطب النانوي غامض بين عامة الناس، ولكنة اصبح يحتل مكانًا مهمًا بين قائمة المصطلحات الطبية والدوائية ويمكننا تعريف الطب النانوي بانة مجموعة من التقنيات الطبية الحديثة التي تستخدم أليات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية بهدف تحسين صحة المريض أو علاجه والحفاظ على سلامته.

2- يعتبر التداوي والعلاج من الأمراض مطلب إنساني. ولذا؛ يجب توفير الحماية الجنائية للمريض من أخطاء الأطباء في ظل تزايد استخدام تقنية النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية لأسباب كثيرة مأمونيتها مقارنة بالأدوية الكيميائية، والخوف من إجراء العمليات الجراحية ومضاعفتها.

3- تفترض المسؤولية الجنائية عن ممارسة التداوي بالطب النانوي ارتكاب احدى الجرائم النانوية الطبية كجريمة مستحدثة وتوافر أركان هذه الجريمة سواءً كانت جناية أم جنحة، وسواء كانت تامة أو ناقصة.

---

(1) في البنيان القانوني لجريمة القتل الخطأ راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، جرائم الاعتداء على الأشخاص والأموال، المرجع السابق، ص 93-115؛ د/ رمسيس بنهام، بعض الجرائم المنصوص عليها في المدونة العقابية، المرجع السابق، ص 435-471.

(2) في البنيان القانوني لجريمة الإيذاء الخطأ راجع؛ أستاذنا الدكتور/ فتوح الشاذلي، جرائم الاعتداء على الأشخاص والأموال، المرجع السابق، ص 177-185؛ د/ حسن المرصفاوي، المرصفاوي في قانون العقوبات الخاص، المرجع السابق، ص 250-263.

4- تعد الجرائم النانوية الطبية موجبًا للمسئولية الجنائية الطبية باعتبارها واقعة مادية لها كيان محسوس في العالم الخارجي. كما أن للجريمة النانوية الطبية كيان نفسي أيضًا؛ لأنها تصدر عن طبيب يعتبره القانون الجنائي مسئول جنائيًا عنها إذا توافرت لديه الأهلية الجنائية ومناطها التمييز وحرية الاختيار

5-تخلو التشريعات الطبية العقابية للدول العربية ومنها مصر من تقنين المسؤولية الجنائية الطبية عن ممارسة تقنية النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية تاركة هذا الأمر للقواعد العامة في صورة الجرائم العمدية وغير العمدية.

ثانيا: التوصيات:

هذا هو الواقع الذي تم رصد بعضة شان أحكام المسؤولية الجنائية عن ممارسة تطبيقات النانو تكنولوجي في الأعمال الطبية ليمثل ما هو كائن أما ما ينبغي ان يكون فهي التوصيات التي توصلنا الهيا والتي نوجزها فيما يلي:

1- نهيب بالمشرع المصري والمشرع العربي أن يصدر تشريعًا يتناول تعريف الطب النانوي وتحديد مجالاته والاشتراطات المطلوبة فيمن يمارسه من الأطباء وواجباتهم والمسؤولية الجنائية عند الإخلال بأحكامه مع فرض عقوبات جنائية وتدابير احترازية.

2- وضع نص بالقانون المزمع صدوره بخصوص المسؤولية الجنائية الطبية يتناول تحديد الجريمة النانوية الطبية، مع وضع عقوبات رادعة للجرائم النانوية الطبية العمدية وغير العمدية كجريمة مستحدثة والنص على ترتيب المسؤولية المدنية عنها .وفي المقابل يجب على المشرع النص على شروط الإعفاء من المسؤولية الجنائية عن الجريمة النانوية الطبية .

2- العمل على دمج العلاج بالطب النانوي مع الطب الحديث؛ وذلك من خلال تدريسه بكليات الطب وقيام وزارة الصحة بفتح أقسام خاصة للتداوي بتقنية الناتو تكنولوجي بالمستشفيات الحكومية، وتوفير الكوادر الطبية المتخصصة لمباشرة الأعمال الطبية بممارسة تقنية النانو تكنولوجي بها، وكذلك تدريب الأشخاص الراغبين بممارسة العلاج بالطب النانوي.

4-اتخاذ الخطوات الجادة والفعالة نحو عقد ندوات ومؤتمرات بين أطباء الطب الرسمي والمعالجين بالطب النانوي؛ وذلك لاستفادة كل منهم من الآخر في مجال التشخيص والعلاج بتقنية النانو تكنولوجي.

والحمد لله بما جاد به وانعم

قائمة المراجع

أولا: الكتب والرسائل والأبحاث:

1 **أبو عامر، محمد ذكي** : المسؤولية الجنائية للطبيب، بحث منشور في كتاب مؤتمر اليوبيل الفضي لحقوق المنصورة، 1999م

2 .....: قانون العقوبات- القسم العام- دار المطبوعات الجامعية، الإسكندرية، 1986م.

3 **أبو غزاله، طلال**: العالم المعرفي المتوقد، الأردن، عالم المعرفة، طلال أبو غزاله للترجمة والتوزيع والنشر ،الطبعة الثانية، 2019م

4 **بلال، أحمد عوض**: محاضرات في النظرية العامة للجريمة، دار النهضة العربية ،القاهرة، سنة 2002م .

5 .....: مبادئ قانون العقوبات المصري، القسم العام ،الكتاب الثاني، سنة 2004م.

6 **الجوهري، فائق** : المسؤولية الطبية في قانون العقوبات، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق جامعة الملك فؤاد الأول ، 1952.

7 **حسني، محمود نجيب**: شرح قانون العقوبات– القسم العام ، الطبعة التاسعة دار النهضة العربية ، القاهرة ، 1996م

8 **رمسيس بنهام**: بعض الجرائم المنصوص عليها في المدونة العقابية، منشاة المعارف، الإسكندرية، بدون سنة نشر.

9 **الشاذلي، فتوح عبدالله** : جرائم الاعتداء على الأشخاص والأموال، دار المطبوعات الجامعية، الإسكندرية، 2002 م

10 ..... شرح قانون العقوبات القسم العام ،المسئولية والجزاء الجنائي، دار المطبوعات ا الجامعية ، الإسكندرية، **2001م**

11 ..... :شرح قانون العقوبات –القسم العام– الكتاب الأول– دار المطبوعات الجامعية ، الإسكندرية، 2001م

12 **شرف الدين، جمعة فرج**: جرائم الإرهاب الدولي في ميزان الشريعة الإسلامية والقانون الدولي الجنائي ، أطروحة دكتوراه، مقدمة لحقوق الإسكندرية، 2011م

13 . **الشريف، رباب محمود: مفهوم النانو تكنولوجي وتطبيقاتها، مجلة الأمن القومي والاستراتيجية، أكاديمية ناصر العسكرية للدراسات العليا، السنة الأولى، العدد الثاني، يوليو 2023م.**

14 **الصيفي، عبد الفتاح: قانون العقوبات(النظرية العامة)، دار الهدى للمطبوعات، الإسكندرية، بدون سنة.**

15 **عبدالرحمن، احمد عوف: طب النانو تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب ، القاهر، الهيئة المصرية للكتاب، 2013م**

16 **عوض مُحَمَّد : قانون العقوبات (القسم العام)، دار الجامعة الجديدة للنشر، الإسكندرية، 2000م**

17 **قايد، أسامة عبد الله: المسؤولية الجنائية للأطباء، رسالة دكتوراه ،جامعة القاهرة، كلية الحقوق،1983م**

18 **المرصفاوي، حسن صادق: المرصفاوي في قانون العقوبات الخاص، منشاة المعارف، الإسكندرية، 1991م.**

19 **قواعد المسئولية الجنائية في التشريعات العربية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة،1972م.**

20 **منصور، مُحَمَّد حسين : المسؤولية الطبية، منشاة المعارف. الإسكندرية، بدون.**

21 **منصور، مُحَمَّد حسين : المسؤولية الطبية، منشاة المعارف. الإسكندرية، بدون.**

22 الميت، أبو اليزيد علي: جرائم الإهمال في القانون المصري، الإسكندرية ،دار نشر الثقافة، 1958م

الموقف البيوتيقي من علم النانو

The Biothical Stance Toward Nanoscience

الحيمر ليلى

Laila Haimer

طالبة باحثة في سلك الدكتوراه، بجامعة ابن طفيل كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، القنيطرة/ المغرب

Doctoral reseach student at University Ibn Tofail, Faculty of Humanities and Socail Science-Kenitra/ Morocco

الملخص:

تتناول هذه الدراسة المشكلة الأخلاقية في العلوم المعاصرة، حيث تحاول الفلسفة بموقفها البيوتيقي أن تنظر إلى الأساليب التي يمارسها العلم في أبحاثه الجد المتطورة، التي تتدخل في تطبيق مجالات جد مبتكرة كتقنية النانو: التي تجرب على مجالات علمية عديدة كالظواهر الكمية، والهندسية الطبية، والبيولوجية والبيئة...إلى غيرها من المجالات الأخرى، التي أصبحت تشهد هذا التدخل على مستواه الإيجابي والسلبي، ولعل التدخل الإيجابي هنا فهو غالبا ما يتم تقديمه كواجهة لممارسة أخلاقية يزعم العلم على أنها أولى أهدافه وغاياته. لكن الفلسفة بموقفها البيوتيقي؛ فهي تستطيع أن تنظر إلى ماوراه هذه الأوجه، أي داخل عمق هذه الممارسات التطبيقية لتكنولوجية النانو: كالممارسات اللاأخلاقية، التي تتمثل في التدخل في جسد الإنسان على مستوى تعديل هذه الجسدية عن طريق التحكم في العقل. وبهذا فإن الجسد هنا كمفهوم يهم الشأن الفلسفي بالدرجة الأولى؛ باعتبارأن الجسد هو بعد من أبعاد الهوية الإنسانية؛ والتي تنكشف في الفلسفة كذات تفكر وتعي على خلاف ما يتم التعامل معها كموضوع تجريبي.

الكلمات المفتاحية: البيوتيقا، تقنية النانو، الجسد، الأخلاق، اللاأخلاق.

Abstract:

This study examines ethical problems in modern sciences, which philosophy, bay the biothical stance, attempts to study the afferent methods employed by science in its hignly devloped research methods, Techniques devloped reaserchs methods such as nanothechnology. This different methode technology is expermented within differently scientific typs. Witnerssing bot hits positive and negative interventions, every time the positife intervention presented the forfront of ethical practice. Climed by science to be on of its primary gools and purposeses, but the philosophly with brotical stance. Can study the beyond essue. So examened the whithin in negative position in nanothecnology that is on immoral practice considering that the body is a dimension of humun idenity, which unfolds as thinking ans conscious entity, contrary to being dealt with as an experimental subject.

Keywords: Bioethics, Nanotechnology, Body, Ethics, unethical

مقدمة:

يعتبر علم النانو من العلوم الحديثة، التي تعبر في عصرنا الحالي عن مدى تفوق الإنسان في مجالات تقنيات التكنولوجية وتطبيقاتها على العلوم الطبيعية والإنسانية؛ أو ما يُعرف بتكنولوجية النانو، حيث يشكل علم النانو بالمعنى الفلسفي ثورة على الطبيعة والإنسان. ما يعني أن هذه الثورة التكنولوجية فهي تعبر عن تحول كبير في مجالات البحث حول الطبيعة والإنسان؛ حيث يشكل الإنسان بعدا من أبعاد الطبيعة، أي بوصفه كائن يتميز عن باقي الكائنات فقط من حيث العقل. بينما الطبيعة؛ فهي تشكل ذلك التفرد النوعي للعنصر الطبيعي (الفيزيائي والحيوي).

ومنه فإن هذا التعريف يشير إلى ما طبيعة الموضوع الذي تدرسه العلوم بشتى معارفها، حيث يعبر هذا المعنى عن الموقف الفلسفي تجاه تناول العلوم موضوعاتها، والذي هو موقف ضد معاملة الإنسان كموضوع، إلى جانب الممارسات اللاأخلاقية، التي تنهج شعار السيطرة على الطبيعة سيطرة كلية. إلا أن هذا الإشكال لم يعد الوحيد الذي يجب أن تواجهه الفلسفة، بل إن تطور العلم أصبح يفرض على الفلسفة صعوبات أكبر، ما جعلها تؤسس معارف أكثر صرامة تواجه بها أهم إشكالات هذه العلوم، ألا وهو تأسيس مبحث البيوتيقا.

وعليه فإن الإشكالية المطروحة هنا وهي: إلى أي حد يمكن للفلسفة بموقفها البيوتيقي أن تحقق غايتها في الدفاع عن الإنسان والطبيعة؟

أما عن أهداف هذه الدراسة، فهي تتمثل في إبراز الدور البيوتيقي للفلسفة حول التفكير في إيقاف مخاطر تطبيق تقنيات النانو على الإنسان والطبيعة، مستخدمين في هذه الدراسة منهجين وهما:

المنهج الوصفي: وذلك بوصف الممارسات التقنية التي تحاول تكنولوجيا النانو تطبيقها على الإنسان والطبيعة.

المنهج التحليلي: تحليل الإشكالات الأخلاقية التطبيقية داخل علم النانو؛ التي تضر بصحة الإنسان والطبيعة (كمحيط بيئي)، والتي تهم الطرح الفلسفي بإبرازها على مستوى النظر الدقيق لهذه المفاهيم.

ولمعالجة موضوع هذه الدراسة إرتأينا إلى تناول نقطتين أساسيتين وهما:

أولا: الأوجة التطبيقية لتقنيات النانو في مجالات العلوم المختلفة

ثانيا: التحدايات التي تواجه الفلسفة لمعالجة مشكلة التقنية النانوية مع أهم الحلول المطروحة

وإذن فكيف يمكن للفلسفة بموقفها هذا البيوتيقي، أن تنجح في عرض أهم الحلول الممكنة لمواجهة الصعوبات التي تعترضها في نجاح مهمتها ضد أخطار تقنية النانو؟

أولا: الأوجه التطبيقية لتقنيات النانو في مجالات العلوم المختلفة

يعتبر علم النانو من العلوم الحديثة، حيث تم "ادخال مصطلح التكنولوجيا النانوية لأول مرة عام 1974 وذلك من قبل الباحث الياباني نوريو تانيغوشي عندما حاول بهذا المصطلح التعبير عن وسائل وطرق تصنيع وعمليات تشغيل عناصر ميكانيكية وكهربائية بدقة ميكروية عالية. أما البوابة إلى العالم الذري فقد تم فتحها عام 1982 عن طريق

الباحثين السويسريين جيرد بيثيغ وهايرينش رووير، حيث قاما بتطوير الميكروسكوب الأكثر دقة من أجل مراقبة الذرات وإمكانية التأثير بها وإزاحتها"[1].

وإذا نظرنا إلى معنى كلمة النانو، فسنجد أنها تعني:"الجزء من المليار، فالنانومتر هو واحد على المليار من المتر"[2]، ولهذا فإن التدخل النانوي في مختلف مجالات العلوم فهو يخدع لهذا الدقة النانوية، التي تمكنه من الوصول إلى جسيمات صغيرة في موضوعات الدراسة، وإن هذا التدخل لا يقوم بدون "تقنية نانوية"؛ والتي تعني ذلك "العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي. تهتم تقنية النانو بابتكار تقنيات ووسائل جديدة تقاس أبعادها بالنانومتر وهو جزء من الألف من الميكرومتر أي جزء من المليون من الميليمتر. عادة تتعامل تقنية النانو مع قياسات بين0.1 إلى 100نانومتر أي تتعامل مع تجمعات ذرية تتراوح بين خمس ذرات إلى ألف ذرة"[3].

يتبين إذن أن تقنية النانو هي تقنية عالية الدقة، مما تحتوي عليه من تطبيقات نانوية قد تمكن مستقبل العلوم من تحقيق صرامتها التي تطمح إليها. وبالتالي فإن تقنية النانو تشكل ذلك الطموح العلمي الذي يعني الابتكار والدقة، أي ما يعني أن تقنية النانو ليست آلية في يد العلم، من حيث إنها تحقق هذه الدقة الموضوعية فقط، وإنما فهي تنتج موضوعاتها النانوية؛ أي أن تقنية النانو "هي تطبيق علمي يتولى إنتاج الأشياء عبر تجميعها على المستوى الصغير من مكوناتها الأساسية، مثل الذرة والجزيئات"[4].

وإن هذا الإنتاج للأشياء؛ يعد من أهم أبعاد التدخل التقني النانوي في مجالات علمية كثيرة، وذلك عبر العمل على تطويرها ضمن عملية الإنتاج هذه، والتي تهم المجالات التالية: (الطب، البيئة، الفيزياء الهندسة...الخ). لكن السؤال الفلسفي المطروح هنا: وهو ما إذا كان انتاج الأشياء يعبر عن طبيعة الأشياء نفسها التي توجد بالطبيعة، وخصوصا أننا إذا تحدثنا عن الانتقال من العقل الإنساني إلى عقل آلي ومن الطبيعة الأصلية إلى الطبيعة المصطنعة؟

يبقى هذا السؤال إذن رهين بالإجابة عليه ضمن التطرق لمخاطر تقنية هذا العلم التي تمس بالإنسان والطبيعة؛ بحيث أنه لا بد من ذكر بعض الجوانب الإيجابية التي تقدمها هذا التقنيات في الظاهر للوصول إلى مخلفات هذا التدخل التقني سلبيا. وعلى سبيل المثال، نجد أن المجالين: الطبي والبيئي أكثر ارتباطا بالإنسان والطبيعة، من حيث أنهما متشابكان، كبعد لنظام مشترك: بيئة نظيفة= سلامة صحة الإنسان. وبهذا فما مدى مستوى التدخل التقني النانوي على هاذين المجالين معا؟

1- المجال الطبي:

فعلى مستوى هذا المجال، يقدم لنا التدخل النانوي صورة إيجابية للقضاء على أمرض حديثة: فمثلا "نجد أن ضغط الدم والكولسترول وتصلب الشرايين...الخ تحصد الملايين من البشر في كل أنحاء العالم المتقدمة والمختلفة على السواء نجد أن المكانية التالية للنانو تكنولوجي نستطيع علاجها في نصف ساعة حيث يقوم الجراح بحقن المريض بمحلول داكن الوريد، هذا المحلول يحتوي على ألاف الربوتات المجهرية كل واحد منها مزود بمحرك دقيق لدفعها خلال مجرى الدم بمجسمات كيمائية لتحديد الجلطات التي تهدد الحياة، وبمشارط بالغة الصغر لاستئصالها"[5].

إلا أن هذا التدخل التقني في جسد الإنسان، فهو يشكل إذن بالنسبة للموقف الفلسفي مشكلة أخلاقية، حيث نجد أن العلم قضى على الثنائيات الفلسفية. فكما تعودنا في تاريخ الفلسفة على أن العقل يتحكم في الجسد، والعكس صحيح، أي أن هذا السجال التاريخي لطالما ظل مطروحا على مستوى جدل هذه الثنائية التي تعبر عن تفاعل طبيعي دائم

بينهما، أو ما يمكن التعبير عنه في المعنى الديكارتي بتأثر العقل أو النفس بفاعلية الجسد والعكس صحيح أيضا بما يوليه من مكانة للنفس على الجسد، وذلك بأن "الجسم الذي يقوم بتبليغ النفس، جميع ما يطرأ عليه من أحداث، بواسطة الأعصاب، فتترجمها النفس إلى أفكار"[6]؛ التي تصبح أفكارا منقاة من كل الإحساسات الجسدية.

لكن المعنى الحقيقي للتفاعل المتبادل بين الجسم والنفس عند ديكارت، هو أن الجسم ليس هو الذي يقوم بالتحكم بالنفس، أي ما دامنا "نعلم مسبقا بأن النفس هي التي تشعر وليس الجسد"[7]؛ إلا أن هذا المعنى يعبر عن قابلية التأثير والتأثر بينهما. وبالتالي فإن المشكلة هنا تتحدد في أن العلم قضى على هذا التأثير المتبادل بين النفس/العقل والجسد، بحيث أن عصر السيلكون أصبح يعبر عن تحول العقل إلى مادة، أي أصبح"الذكاء الاصطناعي، بمعنى من المعاني، مشروعا طموحا لجعل الفكر (الذكاء) يحل في المادة (شرائح السيلكون)"[8].

وبهذا فإن هذا التحويل قد قلب هذه الثنائية الديكارتية (الجسم والنفس) رأسا على عقب؛ حيث إنه "لم يعد التساؤل محصورا في اتصال الفكر بالمادة التي هي الجسم الإنساني، بل في اتصاله بالمادة على إطلاقها، لم يعد الأمر مقتصرا على تشبيه موقع النفس داخل الجسد بموقع النوتي داخل السفينة كما كان يقول ديكارت، بل بحلول النفس في السفينة أو تلحيم أجزاء من السفينة بالنفس"[9].

ومنه فإن فاعلية العقل والجسد الطبيعية لم تعد طبيعية، حيث أصبح العقل مرتبطا بمادة أخرى غير الجسد؛ كمادة تتحكم في أنشطته الفكرية بما فيها: (إرادته، خياراته، شعوره...الخ)، أي ما يعني أن الإنسان أصبح كآلة في هذه اليد الآلية المتحكمة فيه عن بعد؛ فقد أصبح الجسد خاضعا للأوامر آلية وليست عضوية طبيعة تتمثل في العقل، كما العكس صحيح فلم يعد هناك تأثير عقلي يخضع له الجسد، أي ما جعل التأثير المتبادل بينهما يخضع لطرف ثالث وهو الآلة.

بالإضافة إلى هذا فإننا نجد على مستوى هذه الأفعال الإرادية؛ أنه لم يعد العقل قادرا على التفكير ما دمنا نتحدث عن زرع شرائح بالمخ؛ حيث أصبح عن طريق"النانو تكنولوجي أنه من الممكن اللجوء إلى مواد عضوية في صناعة شرائح السليكون لكي تحل محل التوصيلات التي تقوم بها الآن الأسلاك الدقيقة. وإذا تحقق ذلك فإنها ستفتح المجال أمام إدخال أنسجة_مثل الخلايا العصبية_ تملك القدرة على التفكير لتصبح جزءا من شريحة الكمبيوتر"[10].

لكن تكمن خطورة هذه الخطوة في أنها في البداية؛ تقدم صورة إيجابية حول معنى مساعدة مرضى الشلل الدماغي: مثلا على المشي وأداء أنشطة جسدية اعتيادية، إلا أنها في نفس الوقت فهي تطرح خطورة التحكم في الجسد، كونها تطرح إمكانية أن تصبح متاحة لأشخاص غير مرضى يختارون زرع هذه الشريحة، وهي الفكرة الأكثر خطورة التي تحذر منها الفلسفة، لأن الجسد بالنسبة لها سيصبح متحكما فيه بشكل كلي، أي عن طريق البرمجة الجينية والتي تتطلب وعيا بخطورة هذه المسألة، والتي يشير إليها يورغن هابرماس في كتابه "مستقبل الطبيعة والإنسانية نحو نسالة ليبرالية"، حيث يعتبر أنه على "الإنسان المبرمج نساليا، أن يعيش مع الوعي بأن سماته الوراثية قد تم التلاعب بها بهدف ممارسة تأثير معين على طبعه الوراثي. وقبل أن نصمم على تقييم حالة هذه الواقعة معياريا، علينا أن نستخلص المعايير التي يمكن لهذا التدخل الأداتي أن يحدثها"[11].

وإن هذا الوعي فهو يظهر مستوى هذا التحكم الآلي الذي قد يتحكم في الجسد، وذلك بضرورة الوعي بمدى الضرر العضوي الذي قد يلحق بهذه الجسدية؛ وجعلها بالتالي مشوهة ليست فقط سلوكيا وإنما أيضا عضويا، فقد نجد أنه

"قد أظهرت الدراسات أنه كلما صغر التجزيئ للمادة كلما صارت أكثر سمية، ويرجع ذلك إلى أن عدد الجزيئات يتزايد والحجم ينقص"[12]، أي ما يعني أن ما يتم إنتاجه بهذه التقنية النانوية فهو مادة غير طبيعية أو ليست عضوية، كون أن الجسيمات النانوية (الأجسام الدخيلة) على جسيمات عضوية(طبيعة) تمثل تعارضا كبيرا بين ما هو مادي(جسمي) مع ما هو غير مادي.

وإن هذا الأمر يشير إذن إلى أن جسدية الإنسان لا تصبح معرضة لتحكم عقلي-آلي فقط، وإنما تصبح معرضة لمخاطر جسمانية قد تجعل هذا الجسد يحتاج لعمليات إنتاج مضافة تعزز نقصه الناتج عن الضرر النانوي.، بحيث أنه "بقدر ما يقل حدوث التدخل في الجينوم البشري بحيطة وتدبر، بقدر ذلك يزيد أسلوب التدخل البيوتقني، جاعلا التمييز بين ما ينمو طبيعيا وما هو مصنوع أو بين الذاتي والموضوعي يتلاشى، وحتى في العلاقة مع الذات يجد الشخص وجوده الجسدي"[13].

وإن هذا التدخل التقني النانوي في جسدية الإنسان، قد يعبر عن عوامل قد تغير من عضوية هذه الجسدية تلقائيا، كالتدخل فيما يستهلكه الإنسان من طبيعة لم تعد طبيعة وإنما طبيعة مصنعة، بحيث أن ما هو بيئي يشكل أهم أسباب نجاح هذا التدخل التقني في تغيير وتعديل جسدية الإنسان. إلا أنه كيف يتم هذا التدخل التقني على مستوى البيئي في إلحاق الضرر المباشر على صحة الإنسان /الطبيعة العضوية؟

2- **المجال البيئي:**

عندما نتحدث عن البيئة فإننا نتحدث عن الطبيعة؛ والتي تعتبر ذلك البعد الأصلي لفيزيائية العالم، فهي ليست فيزيائيته فقط، وإنما أيضا عنصره الحيوي المتفرد؛ والذي يتمثل في كائنات مختلفة. وبهذا فإن إشكالات البيئة فهي متعددة مع تزايد التلوث البيئي الذي أصبح مستهدفا هذه الطبيعة المتفردة بتنوعها الحيوي-البيولوجي، الأمر الذي تطلب ضرورة التفكير في سبل التدخل لمعالجة هذا المشكل (التلوث البيئي).

ولعل تقنية النانو في الوهلة الأولى؛ فهي تقدم في هذا المجال صورتها الإيجابية في القضاء على التلوث البيئي، حيث نجد أن التدخل التقني النانوي عبر عن تطبيق تقنيات متقدمة، حيث استخدمت في "الترشيح النانوي بشكل رئيسي بهدف إزالة الأيونات أو فصل السوائل المختلفة، وتوفر الجسيمات النانوية الميغناطيسية طريقة فعالة ومعتمدة في إزالة ملوثات المعادن الثقيلة من المياه المستعملة عن طريق الاستفادة من أساليب فصل الميغناطيسية. ويزيد استخدام الجسيمات النانوية من فعالية القدرة على امتصاص الملوثات بالإضافة إلى أنها عملية ليست بالمكلفة بالمقارنة مع طرق الترسيب والترشيح التقليدية"[14].

مما يبدو أن ما تقدمه تقنية النانو من أنواع التدخل التقني في البيئة يقدم صورة إيجابية مقنعة بالنسبة لنا، بحيث أنها تعالج أمور بيئية في غاية التعقيد، ما يمنح أنواع هذا التدخل التقني سهولة في القضاء على أنواع الثلوث، بينما في خضم هذا التدخل فإن البيئة تشهد بالمقابل دمارا مهولا، أي ما يطرح السؤال حول مدى نجاعة وحدود هذا التدخل التقني النانوي؟

إن هذا السؤال الإشكالي يحيلنا إلى الإجابة عن أهم إشكالات التدخل التقني النانوي في مجال البيئة، والتي تتمثل في إعادة إنتاج الطبيعة من جديد، في "صورة مصنعة"، وذلك بأنه إذا نظرنا إلى ما يتم من خلاله "البحث في كيفية استخدام المواد النانوية لأغراض تشتمل على خلايا شمسية أكثر كفاءة بالإضافة إلى خلايا وقود عملية وبطاريات صديقة

للبيئة"[15]، فإننا نجد أن هذا الإنتاج الدخيل قد يخرب العمل البيئي الطبيعي، الذي تشكل البيئة في عنصرها الحيوي؛ تدخل بعض الكائنات في تنقية البيئة من التلوث عن طريق وظيفتها الطبيعية.

وإن هذا يعني أن التدخل النانوي في إنتاج الطبيعة من جديد، فهو تدخل سلبي يؤدي إلى إلحاق الأدى بأنواع الكائنات الطبيعية وتعطيل عملها الوظيفي البيئي؛ أو ما سيؤيدي إلى تذني التنوع الحيوي، حيث أن هذا الخسران يشير إلى مدى النشاط البيئي السلبي للإنسان في الطبيعة؛ وذلك بنشاطنا هذا السلبي فإننا "نسبب خسران عدد لا يخصى من الأنواع من دون علم يقيمتها المحتملة لنا-لنقل، كأودوية-أو غذاء- ومن دون علم بأي أدوارها في منظومتنا البيئية، ومن دون أن نعلم عند أي حد سوف تنهار، ببساطة، المنظومات البيئية الكلية مع تدمير عناصرها المهمة واحدا تلو الآخر. لا بد أن هذا الخسران هو أعلى درجات العقوق، بل إنه طيش فاحش أيضا"[16].

وبهذا فإن التلوث البيئي بقدر ما يحمل معه مخاطر للبشرية، بقدر ما أنه يشير إلى وجود سبب حقيقي يعكس مستوى التدخل البشري السلبي في كل ما هو طبيعي، وبالتالي فقد أشار بعض الباحثين إلى أضرار هذا التدخل السلبي، حيث أثار الباحث "سكرينيز القلق حول التلوث الناجم عن تقنيات الصغائر، ويوضح أنه ليس بالإمكان في الوقت الحالي أن يتم التنبؤ بشكل دقيق أو حتى التحكم في التأثيرات البيئية لانبعاث مخلفات تلك التكنولوجيا في البيئة"[17].

وإن هذا الأمر يشير إلى أن البيئة تشهد دمارا مهولا بحيث أن الرجوع إلى الطبيعة الأصلية أصبح من الخطوات الصعبة، أي أن "التخلص من الافتراضات المسبقة الحيوية والعضوية حول الكون شكل موت-الطبيعة-وهو الأثر الأبعد للثورة العلمية. وبما أنه أصبح ينظر إلى الطبيعة كمنظومة من الجسيمات الميتة الجامدة تتحرك بواسطة القوى الخارجية وليس بقواها الذاتية، فإن الإطار الآلي استطاع أن يشرعن التلاعب بالطبيعة"[18].

وبهذا الخصوص فإن الفلسفة تواجه نفسها عبر نقد هذه الفكرة الآلية، والتي انطلقت في تأسيس العلم التجريبي مع فرانسيس بيكون: "حيث كان النظام المشكلة الاجتماعية والفكرية الأساسية للقرن السابع عشر، وكان إدراك الفوضى-هذا الإدراك المهم بالنسبة إلى مذهب بيكون في الهمينة على الطبيعة-حاسما أيضا في ظهور المذهب الآلي كترياق عقلاني لانحلال الكون العضوي"[19].

تثير هذه المسألة ضرورة نظر الفلسفة التجريبية إلى أخطائها، والتي تشكلت من عدم وعيها بالأفكار التي تطرحها في فكرة الهيمنة على الطبيعة؛ كونها فكرة شرعنت هيمنة العلم ليس على الطبيعة فقط وإنما على الإنسان أيضا، وذلك بأن الفلسفة في مذهبها العقلاني قدمت نظرتها السلبية للجسد، التي ترجمت إلى فكرة آلية (العقلانية الآلية)؛ وذلك بالنظر إلى الطبيعة والجسد كآلة. ومنه فإن الفلسفة كمذهب بيوتيقي فإنها تعيد النظر في نفسها عبر ترسيخ مبادئ أخلاقية في توجيه العلم نحو التعامل بشكل إيجابي مع الجسد والطبيعة. وإذن فما هي التحديات التي تواجهها الفلسفة البيوتيقية في مواجهة هذه الإشكالات الأخلاقية لتطبيقات علم النانو، وماهي الحلول التي يمكن أن يقدمها هذا المبحث الفلسفي الأخلاقي ؟

ثانيا: التحدايات التي تواجه الفلسفة لمعالجة مشكلة التقنية النانوية مع أهم الحلول المطروحة

إن مفهوم البيوتيقا هو مصطلح يشير إلى كونه مبحث فلسفي أخلاقي، إلا أنها كفلسفة أخلاقية فهي لا تقدم تعريفا حول معنى الأخلاق مفاهميا، ولكنها فلسفة تنظر إلى إشكالات العلوم التي تمس حياة الإنسان بالدرجة الأولى كالطب والبيولوجيا...الخ من مجالات العلوم، فهي إن صح التعبير موقف أخلاقي يقف ضد كل ما هو غير أخلاقي على مستوى

الممارسات العلمية التطبيقية. بالتالي فهي تبحث عن الحلول الممكنة لتجاوز المخاطر التي ينتجها العلم وتضر بحياة كل الكائنات بما فيها الإنسان ككائن عاقل، ولهذا فماهي أهم الحلول الممكنة التي يمكن أن تنظر إليها البيوتيقا، مع أنه توجد صعوبات تطرح على مستوى أفاق هذا النقاش البيوتيقي لإشكالات التقنية المستخدمة بالعلوم؟

1- تحديات التي تواجه الفلسفة في معالجة إشكالية علم النانوتقنية

مع تزايد الحاجة الملحة من قبل العلم بشتى مجالاته لهذه التقنية النانوية، فقد أصبح من الصعب قطع مسار هذا الطريق الذي يسلكه العلم، نظرا لما يشكله هذا التطبيق التقني النانوي من تناسب مع طموحات العلم بالسيطرة على الإنسان والطبيعة، وخصوصا أن لغة العلم تعتمد على مصطلح الإنتاج؛ الذي يشكل فيه الفعل الإنساني معنى الابتكار والتغيير الذي قد يحدثه في نفسه وفي محيطه البيئي.

ونظرا لأن نظرة العلم إلى هذا الإنتاج كعملية للابتكار والتغيير، كنظرة بالنسبة إليه إيجابية، فقد نجد أن طموح العلم التجريبي في البداية قد انطلق من التعارض مع مبادئ العقل، تم أصبح فيما بعد في تعارض كلي مع هذه أخلاقيات التي وضعها أيضا العقل، وذلك بأن العلم انطلق من معاملة الفلسفة كمجرد فكر يعتمد على خطاب عقلاني لا يتناسب مع مبادئ التجربة، وإن هذا التصور انطلق من الفلاسفة التجريبيون أنفسهم كفرانسيس بيكون وجون لوك وغيرهم.

ومنه فإن نظر العلم لقيمة الفلسفة أو إلى الخطاب الفلسفي العقلاني ظل مبررا، لأنها نظرة بدأت في إطار الصراع بين ما هو تجريبي وما هو علمي؛ حتى أضحت نظرة تتجه إلى أساس الصراع بين ما هو أخلاقي وما هو غير أخلاقي. وبهذا فإن العلم انطلق من التفكير في مصلحته الأساسية وهي تحقيق مبادئ التجربة التي تتأسست على فكرة للإنتاج والابتكار والتغيير، الذي هو متمثل في إحداث قطيعة تامة بين ما هو عقلاني وغير عقلاني.

وإذا نظرنا إلى عمق هذا الإشكال، فإننا نجد أن هوتيوس جلبرت يشير إلى هذه المسألة من خلال تقديمه تعريفا لمعنى البيوتيقا، حيث يكتشف في إطار هذا التعريف وجود تنافر بين ثقافتين: ألا وهما العلوم والعلوم الإنسانية، أي بنظره فإن "البيوتيقا تطرح المخاوف المشروعة تجاه مستقبل البشرية من خلال سد الفجوة بين هاتين الثقافتين، واستنكار جهلهما المتبادل بالانقسام الخطير بين الحقائق والقيم"[20].

وتشير هذه المسألة إذن أن هذا التنافر بين العلوم الإنسانية والعلوم فهي تعمق مسألة البحث في أخلاقية القيم التي تدافع عليها العلوم الإنسانية، والحقائق التي تريد العلوم تقصيها، ما يعني أن هذا التنافر القائم بينهما فهو يؤدي إلى صناعة حقائق علمية بعيدة كل البعد عن القيم الإنسانية التي تخضع لشروط أخلاقية معينة. وبالتالي فلمواجهة هذه الصعوبات، فعلى الموقف البيوتيقي أن يشكل ثورة علمية حقيقية، بحيث أن دخوله للمختبرات العلمية، لا يجب أن يعتمد بصورة أكبر على خطاب نظري وإنما على أسلوب تطبيقي؛ أي أنه على الفلسفة أن تصبح علما صارما، كما نادى بها مؤسس الفينومينولوجية الفيلسوف الألماني إدموند هوسرل، ولكن هذه المرة يجب أن تؤسس نفسها كفلسفة: (فيزيائية، بيولوجية، طبية، بيئية...الخ)، بحيث أن هذا يمكنها من القضاء على فكرة الهيمنة على الطبيعة، والتي لا بد أن يتم أجرأتها ضمن حلول تتضمن خطوات جدية وصارمة.

2- الحلول الفلسفية المقترحة

تطرح البيوتيقا بموقفها الفلسفي الأخلاقي بعض الحلول الممكنة في مواجهة إشكالات العلوم، التي دخلت في نطاق استخدام هذه التطبيقات التقنية النانوية، فعلى سبيل المثال فإن فلسفة التقنية كشق من هذا المبحث، أي كموقف أخلاقي، فهي تنظر إلى تطبيقات هذه التقنيات، على مستوى تقييم مخاطر التقنية على الإنسان والطبيعة بشكل عام.

إلا أن فلسفة التقنية ترى أن دورها في تقليل المخاطر لا يشكل موقفا صارما ومحققا للقضاء عليها بشكل تام، لأن "الحد من المخاطر ليس دائما مرغوبا فيه. لا يكون ذلك ممكنا، لأنه لا توجد منتجات وتقنيات آمنة تماما. ولكن حتى لو كان الحد من الأخطار ممكنا فقد لا يكون مقبولا من وجهة نظر أخلاقية. فغالبا ما يرفع تقليل المخاطر التكلفة، وقد تكون المنتجات الأكثر أمانا أكثر صعوبة في الاستخدام أو أكثر تكلفة أو أقل استدامة"[21].

بهذا فإن التدخل الفلسفي للحد من الأخطار في ظل الموافقة على مبدئها في السيطرة مثلا على الطبيعة، أي كما أسلفنا الذكر حول فكرة الهيمنة على الطبيعة، فإنه يجب إقتلاع هذه الفكرة من جذورها، حيث لا يجب تقبلها، وذلك بأنها، حتى وإن كانت توظف خطابا أخلاقيا؛ كأن تدعو إلى فكرة الهيمنة على الطبيعة بوصاية علمية أخلاقية، إلا أن فكرة الهيمنة تبقى فكرة خطيرة، بحيث أنه بالمثل، فإن مبدأ التقنية يشير إلى أهمية هذه الفكرة التي هدفها الابتكار من أجل التغيير، حتى وإن تحدثنا على فكرة الأمان.

وهكذا، فإن تقبل مشروع التقنية فهو غالبا ما يؤدي إلى التحكم في الموقف الفلسفي الأخلاقي، مع أننا نجد أن "هناك مجال أخر من الانتقادات ينص على أن التركيز على المخاطر أدى إلى تقليل تأثيرات التقنية التي أخذت في الاعتبار فقط (سويرسترا وتس مولدر2012) كالتأثيرات المتعلقة بالسلامة والصحة، بينما تم تجاهل التأثيرات "الناعمة"، ذات الطبيعة الاجتماعية أو النفسية، الأمر الذي قد يؤدي إلى تجفيف التقييم الأخلاقي للتقنيات الجديدة"[22].

وهكذا، فإن الموقف الأخلاقي الفلسفي يجب أن يكون سليما من التبعية، التي قد تفرض عليه الرقابة أو خدمة المصالح، بحيث أنه يجب أن ينظر إلى مصلحة الفرد التي تتمثل في حفظ حياته أو نفسه، والتي تمنح له أولوية بالتفكير فيها قبل مصلحة العلم. لأن الأمر يتعلق بحلم يسعى العلم أن يحققه دون أن ينظر إلى مدى تحققه على أرض الواقع بشكل إيجابي؛ أي لأن النتائج التي يصل لها العلم عن طريق هذه التقنيات المبتكرة هو بالنسبة له بمثابة نجاح يرتكز على النتائج التي تنص على مبدأ الهيمنة.

وعليه فإن الشرط الأساسي لتحقيق الدور الفلسفي في الاتيان بحلول ممكنة، فهو يتمثل في النظر إلى المبدأ الأخلاقي وما الغاية من تطبيق تلك التقنية. حيث يشير هيدجر إلى ضرورة النظر إلى ماهية التقنية، لأن معرفة ماهيتها، فهو يحقق إدراك مخاطر التقنية على الإنسان، والتي تتجلى بنظره فيما "يتطور اليوم كبيوفيزياء، وهو أننا سنصبح في مدة غير بعيدة قادرين على أن نصنع الإنسان، أو أن نبنيه في ماهيته العضوية المحضة، حسب ما نحتاجه: ماهرين وغير ماهرين، أذكياء وأغبياء"[23].

وهكذا، فإنه يتوجب علينا إدراك معنى الدور الأخلاقي الفلسفي للحد من هذه المخاطر التقنية، لأن التفكير في الحلول الممكنة يتوجب علينا أولا النظر إلى الحلول التي تقدمها هذه التقنيات النانوية، فكما أسلفنا الذكر أن كل ممارسة إيجابية في تقنية النانو يؤدي إلى ممارسة سلبية؛ أي أن القضاء على التلوث البيئي، فهو يؤدي إلى تدمير أنواع الكائنات من خلال التدخل في تغيير طبيعتها العضوية، ولهذا فإن تقبل حلول هذه التقنيات لا يؤدي إلى حل إشكالاتها.

فما يبدو إذن أن الحلول الناجعة تتمثل في إدراك معنى هذه المخاطر التقنية وإيقافها بأي شكل من الأشكال، وذلك بأن الوعي بهذه المخاطر هو أكبر سلاح لإيقاف ما هو تقني بحق الإنسان والطبيعة، لأن نظرتنا لأنفسنا تتشكل في إدراك أبعاد طبيعتنا الجسدية، والتي لا تقبل بأي شكل من الأشكال ما هو مصنع ضدنا، كما ترفض الطبيعة بدورها هذا التدخل بشكل تلقائي.

خاتمة:

ختاما يمكن القول أن مخاطر علم النانو تطرح على النقاش الفلسفي، تحديات كبرى توجب ضرورة استمراره بكل جدية في هذا الشأن، وذلك بأن مخاطر علم النانو ليست مرتبطة بفترة معينة من التطور العلمي، وإنما هي صيرورة تعمل على تهديم أصلية الطبيعة والإنسان، لتشكيل عالم جديد ذو طبيعة مصنعة وفيه إنسان جديد. ولعل مؤشر الاستقرار البيئي بدأ يهوي في السنوات الأخيرة، ما يكشف أن تدخل تقنية النانو في القضاء على التلوث البيئي لم يكن مجديا، وإنما هو تدخل عدل من مستوى عمل الطبيعة بشكل كبير. كما أن مؤشر السلوك الإنساني أشار إلى مدى التأثير التقني في الإنسان، بحيث أننا لم نعد أمام إنسان له إرادة حرة وإنما أصبحنا أمام جسدية متحكم فيه كليا، كما أننا أصبحنا أمام جسدية تتعرض بكل سهولة لأمراض عضوية ونفسية.

وعليه فإن **النتائج** التي أتت بها مداخلتنا في هذا المؤتمر، تشير إلى أن الدور الفلسفي في هذا المجال يعد دورا مهما في نشر الوعي حول مخاطر هذه التقنيات التي يستخدمها العلم في إلحاق الضرر بالطبيعة والإنسان؛ اللذين هما أهم مكونين للعالم الذي نعيش فيه، إذ أن تدمير الطبيعة يؤدي إلى تدمير الإنسان، والعكس صحيح بالنسبة لمستوى التأثير الذي يلحق بسلوك الإنسان وينعكس بسلب على الطبيعة، أي ما يخلق لنا إنسان معادٍ للطبيعة؛ كإنسان أهوج وعنيف. وبالتالي فإن الفلسفة تؤكد على هذا الدور الذي تلعبه من أجل إنقاذ الإنسان والطبيعة.

أما **التوصيات** التي أتت بها مداخلتنا؛ فهي تتمثل في:

-**نوصي** بضرورة التعريف بالأفاق المستقبلية لهذه التقنية النانوية، والتي ترسم لنا أهم النتائج السلبية التي يمكن أن يصبح عليها الإنسان والطبيعة.

-**نوصي** بضرورة ترسيخ الخطاب الفلسفي في هذا الشأن؛ عن طريق التعريف بأهمية الدور الفلسفي الأخلاقي في إيقاف مخاطر هذه التقنية النانوية.

-**نوصي** بضرورة تكثيف النقاش الفلسفي في هذا المشكل، وذلك بمنح الدور الفلسفي مكانته وأهميته في طرح هذه القضايا العلمية الراهنة.

قائمة المراجع:

1. مزهر راضي، محمد (2014): مبادئ تقنيات النانو وتطبيقاتها، منشورات دار دجلة، ص 18-19
2. نفس المرجع، ص 19-20
3. نفس المرجع، ص 17
4. نفس المرجع، ص 17
5. الموصلي، سامي أحمد، (2015): النانو تكنولوجي، دار المعتز للنشر والتوزيع، ط 1، ص59-60
6. فضل الله، مهدي، (1983): فلسفة ديكارت ومنهجه دراسة تحليلية ونقدية، دار الطليعة للطباعة والنشر، ط1، ص125
7. Renie Descartes, La dioptrique, (1637) texte numérique, édition électronique réalisée avec le traitement de textes Microsoft Word 2001 pour macintosh le 19 février2002, p29
8. اكريكر، شفيق، (كتاب جماعي) 2014: قراءات في كتاب الذكاء الصناعي وتحديات مجتمع المعرفة أعمال مهداة للأستاذ حسان الباهي، منشورات دار الأمان، ط1، ص 66
9. نفس المرجع، ص66
10. الموصلي، سامي أحمد، النانو تكنولوجي، المرجع السابق، ص52
11. يورغين، هابرماس، 2006: مستقبل الطبيعة والإنسانية نحو نسالة ليبرالية، منشورات المكتبة الشرقية، ط1، ص68
12. مزهر راضي، محمد، مبادئ تقنيات النانو وتطبيقاتها، المرجع السابق، ص217
13. يورغين، هابرماس، مستقبل الطبيعة والإنسانية نحو نسالة ليبرالية، المرجع السابق، ص60
14. مزهر راضي، محمد، مبادئ تقنيات النانو وتطبيقاتها، المرجع السابق، ص 225-226
15. نفس المرجع، ص226
16. زيمرمار، مايكل، 2006: الفلسفة البيئية، تر:(معين شفيق رومية)، عالم المعرفة، ج 2 ص175-176
17. مزهر راضي، محمد، مبادئ تقنيات النانو وتطبيقاتها، المرجع السابق، ص225
18. زيمرمار، مايكل، الفلسفة البيئية، المرجع السابق، ص45
19. نفس المرجع، ص44
20. Hottions, Gilbert (2011) définir la bioéthique : retour aux sources-définir la bioética : retorno a los origines, vol.6, num. 2, julio-dicimbre, 2011, pp.86-109, disponible en : https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189222558006 , P90

21.د. مارتن فرانس، غيرت جان لوخرست، وآيبو فان بول، (2020): فلسفة التقنية، ترجمة: مالك آل فتيل، مجلة الحكمة، موسوعة ستانفورد للفلسفة، ص40

22.نفس المرجع ص42-43

23.حوار مع مارتن هيدجر، الفلسفة والمجتمع والتقنية والكائن، ترجمة: إسماعيل المصدق، 1999: مجلة فكر ونقد (مجلة ثقافية شهرية): رئيس التحرير: محمد عابد الجابري، سكرتير التحرير: عبد السلام بن عبد الله، ملف العدد إبداع، العدد 23، ص128.

التفاعل الإبداعي : استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي عبر التصميم السمعي البصري

Creative Interaction: Applications of Nanotechnology in Digital Imaging and Digital Content through Audiovisual Design

د.أسماء بللعج
Dr.Asma Bellaaj
المعهد العالي للفنون الجميلة، سوسة، تونس
Higher Institute of Fine Arts, Sousse, Tunisia.

الملخص: تقنية النانوتكنولوجيا تعد من أبرز التطورات التكنولوجية في العصر الحديث، حيث تمثل نقلة نوعية في عالم التصميم الغرافيكي وتصميم الصور. يتناول هذا المقال استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في هذين المجالين وكيف تؤثر على عملية الإبداع وجودة الأعمال التصميمية. كما تعتبر تقنية النانوتكنولوجيا مبتكرة بحق، حيث تمكّن المصممين من التحكم الدقيق في المواد والأنظمة الصناعية، مما يفتح أبوابًا واسعة للاستكشاف والابتكار في مجالات متعددة. يمكن استخدامها في إنشاء مواد جديدة، وتطوير تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتحسين الأداء البصري للألوان والتأثيرات البصرية، والمزيد. وإنّ استخدام تقنية النانوتكنولوجيا، تُمكّن المصممين إضافة عناصر جديدة ومبتكرة إلى أعمالهم، وتحسين جودة التصاميم بشكل عام. فهي تمثل عبقرية العصر الحديث في عالم التصميم، وتجسد الجهود المستمرة لتحسين التقنيات وتحقيق الابتكار في كل ميدان. باختصار، تقنية النانوتكنولوجيا تمثل الحلقة الرابطة بين العلم والفن، حيث تمتزج المعرفة والإبداع لخلق تجارب جديدة ومثيرة في عالم التصميم الحديث.

الكلمات المفتاحية:
تقنية النانوتكنولوجيا، التصميم الإبداعية، صناعة الصورة الرقمية، صناعة المحتوى الرقمي، التصميم السمعي البصري، تكنولوجيا النانو، التفاعل الإبداعي، الابتكار في التصميم، تحسين جودة الأعمال التصميمية

Abstract:

Nanotechnology is one of the most significant technological advancements in modern times, representing a qualitative leap in the world of graphic design and image creation. This article explores the applications of nanotechnology in these fields and how it impacts the creative process and the quality of design work. Nanotechnology is truly innovative, allowing designers precise control over materials and industrial systems, thereby opening wide doors for exploration and innovation in various domains. It can be used to create new materials, develop 3D printing techniques, enhance the visual performance of colors and visual effects, and more. The use of nanotechnology enables designers to incorporate new and innovative

elements into their work and improve the overall quality of designs. It epitomizes the genius of the modern era in the design world, embodying continuous efforts to enhance technologies and achieve innovation in every field. In summary, nanotechnology represents the link between science and art, where knowledge and creativity blend to create new and exciting experiences in the modern design world.

Key words:
Nanotechnology, Creative Design, Digital Imaging, Digital Content Creation, Audiovisual Design, Nanotechnology, Creative Interaction, Design Innovation, Enhancing Design Quality.

مقدمة:

في عصر التطور التكنولوجي السريع والابتكار المتواصل، أصبح التفاعل الإبداعي بين التصميم والتكنولوجيا محورًا أساسيًا للتطور في عدة مجالات، وخاصة في مجال صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي. تأتي تقنية النانوتكنولوجيا كخطوة ثورية في هذا السياق، حيث تمتزج إمكانياتها العلمية بإبداع المصممين لتصقل أساليب وتقنيات التصميم السمعي البصري . *وتعني الكلمة اليونانية « Nano » القزم وتشير إلأى الختزال في الحجم أو الزمن الذي يمثل ألف مرة أصغر من المايكرو « Micro »*"[1]. كما تقدم هذه المقالة نظرة شاملة على استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي عبر التصميم السمعي البصري. سنكشف كيفية تأثير هذه التقنية الحديثة على عملية الإبداع والتفاعل الفني، وكيف تتيح تحسين جودة ودقة الصورة والمحتوى الرقمي، مما يفتح آفاقًا جديدة أمام المصممين والمبدعين للتعبير عن أفكارهم وتطلعاتهم بطرق مبتكرة وفعّالة .من خلال استكشاف التكامل بين التقنية النانوية والتصميم السمعي البصري، نعمل على فهم كيفية تطور عالم الإبداع والتصميم في ظل التحول الرقمي الحاصل، وكيفية الاستفادة القصوى من التقنيات الحديثة في إثراء وتنويع المحتوى الرقمي بأساليب متطورة ومبتكرة .وتستعرض الأساسيات والأفكار الرئيسية التي سنتناولها في هذا المقال، مما يدعو للتفكير والاستكشاف العميق في مجال التصميم والتكنولوجيا وتفاعلهما المثير للإبداع.

الإشكالية:

[1] قحطان الخزرجي، أسيل الزبيدي، التقنية النانوية ودوره في حياتنا، ص10، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/SINfd1F

تقنية النانوتكنولوجيا تمثل إحدى الابتكارات الحديثة التي تشكل تحولًا جذريًا في مجالات متعددة، ومن بينها صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي عبر التصميم السمعي البصري. تعتبر هذه التقنية من أبرز الأدوات التي تساهم في تحسين جودة الصور والمحتوى الرقمي وإضفاء الدقة والتفاصيل الدقيقة عليها، مما يؤدي إلى تحسين تجربة المستخدم UX DESIGN وزيادة فاعلية التواصل البصري والسمعي. ويعتمد تأثير تطبيق تقنية النانوتكنولوجيا في هذا السياق على قدرتها على التحكم الدقيق في المواد على المستوى النانوي، مما يتيح إمكانيات جديدة للتصميم والإبداع وعليه قمنا بطرح التساؤل العام التالي: **ما هي أهمية وتأثير تطبيق تقنية النانوتكنولوجيا في صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي عبر التصميم السمعي البصري؟**

الفرضية الأساسية:

إذا كانت تقنية النانوتكنولوجيا تؤدي إلى تحسين جودة الصور والمحتوى الرقمي وتوسيع إمكانيات التصميم والإبداع في التصميم السمعي البصري فكيف يمكنها أن تعزز تفاعل المستخدم UX DESIGN مع المحتوى الرقمي الذي يسهم في زيادة الاستدامة والكفاءة في عملية التصميم الرقمي.

أسئلة الدراسة:

ماهي التقنيات النانوية المستخدمة في صناعة الصورة الرقمية والمحتوى الرقمي؟

كيف يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا لتحسين جودة الصورة والمحتوى الرقمي؟

ما هي التحديات التي قد تواجه تطبيق تقنية النانوتكنولوجيا في المجال السمعي البصري؟

كيف يمكن أن تساهم تقنية النانوتكنولوجيا في إثراء تجربة المستخدم في مجال التصميم السمعي البصري؟

ما هي الابتكارات الجديدة التي يمكن أن تنشأ نتيجةً لتفاعل الإبداع بين التصميم وتقنية النانوتكنولوجيا؟

أهداف الدراسة:

- تقديم فهم أعمق لدور تقنية النانوتكنولوجيا في تحسين جودة الصور والمحتوى الرقمي في التصميم السمعي البصري.
- فهم كيفية تأثير تقنية النانوتكنولوجيا على تجربة المستخدم (UX Design) وزيادة التفاعل مع المحتوى الرقمي.
- استكشاف كيف يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا لتعزيز الاستدامة والكفاءة في عملية التصميم الرقمي.
- تحليل التحديات والفرص المتعلقة بتكامل تقنية النانوتكنولوجيا في التصميم السمعي البصري وتجربة المستخدم

منهجية البحث:

نتبع المنهج الوصفي التحليلي لتحليل ودراسة عينات البحث

أولا: الإطار النظري والمفاهيمي

1- مصطلحات الدراسة:

تقنية النانوتكنولوجيا: *"إنّ جوهر التقنية النانوية هو القدرة على العمل في المستوى الجزيئي وهي القدرة على بناء مواد مرئية « Macro » ومجهرية « Micro » ونواتج بدقة ذرية عالية « Atomic Presicion »"*[1].

تقنية النانوتكنولوجيا هي مجال يهتم بدراسة وتطوير الأنظمة والمواد على المستوى النانومتري، وهي تتعلق بالتحكم والتلاعب في الجسيمات والهياكل التي تكون في نطاق النانومتر (واحد مليون من المتر)، أي بين 1 و100 نانومتر. يهدف الباحثون في مجال النانوتكنولوجيا إلى فهم واستخدام خصائص المواد والظواهر على هذا المستوى الصغير جدًا لتطوير

[1] قحطان الخزرجي، أسيل الزبيدي، التقنية النانوية ودوره في حياتنا، ص9، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/SINfd1F

تطبيقات جديدة ومبتكرة في مختلف المجالات مثل الطب، والإلكترونيات، والطاقة، والبيئة، والصناعات الكيميائية، وغيرها. تقنية النانوتكنولوجيا تتيح إمكانية تصميم وتحكم دقيق في المواد على المستوى الذري والجزيئي، مما يفتح الباب أمام تطبيقات متعددة ومتنوعة. يتضمن ذلك إنتاج مواد جديدة بخصائص محسّنة، وتطوير أجهزة إلكترونية أصغر حجمًا وأكثر قوة، وتقديم حلول طبية مبتكرة مثل العلاجات الموجّهة بدقة إلى الأورام السرطانية، والعديد من التطبيقات الأخرى التي تستفيد من الخصائص المميزة للمواد على مستوى النانومت. "*تكنولوجيا النانو بالإنجليزية : Nanotechnologyهي تقنية تعمل على دراسة المادة وفهمها ومراقبتها بأبعاد تتراوح ما بين 1 و100نانومتر*[1]. وقد تحدث مصطفى الحساش عن تطبيقات تقنية النانوتكنولوجيا في عدة مجلات منها :" *مجال الزراعة والطعام، الصناعة، الطب، الكيمياء، في مجال الطاقة، التصميمو غيرها*"[2].

إلكترونيات النانو: (نانو + إلكترونيات)" *تهتم الإلكترونيات بما يلي: التحكم في تدفق الإلكترونيات من خلال الفراغ أو الغاز لبناء الأجهزة مثل التصميم وتجميع الدوائر باستخدام المكونات المصنعة في معالجة المعلومات والحوسبة والاتصال وتكييف الطاقة أي أنّه يمثل استخدام مفاهيم وأساليب النانو في الإلكترونيات ويستلزم التصميم والتصنيع وتطبيقات الأجهزة الإلكترونية*"[3].

2- استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا

إنّ مجال تطبيقات تقنية المادة النانوية واسعة وتتيح مجموعة متنوعة من الاستخدامات المختلفة والمبتكرة في مختلف المجالات. من بين هذه الاستخدامات: الصحة، الفن، الطب، الصورة الفوتوغرافيا ، الزراعة وغيرها: كما "*أنّ صناعة النانو اليوم باتت متطورة للغاية حتى أنه باتت توضع مثلا تصاميم افتراضية لمصعد فضائي يربط بين الأرض والمحطات الفضائية بحيث يكون معلقا بأنبوب من الكربون النانوي*"[4]. "كذلك في مجال الزراعة يتم انتاج مبيدات حشرية

[1] www.education.mrsec.wisc .edu, Retrieved 18-3-2018. Edited

[2] مصطفى الحساش، مقال إلكتروني: " تطبيقات تقنية النانوتكنولوجي في المجالات المختلفة، الموقع: https://praxilabs.com/arabic/blog/introduction-to-nanotechnology-and-its-most-important-applications-in-various-fields/

[3] أحمد عامري الشماري، **علم النانو وتقنية النانو تحضيره وتطبيقاته**، 2022، ص 43 ، الموقع الإلكتروني : https://2u.pw/vjuR3hJ

[4] أيوب أبو دية، **فلسفة التكنولوجيا**، ص 64 الآن للنشر والتوزيع، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/MgnqAhG

بتكنولوجيا النانو فتكون أقل أضرار على البيئة، ولا تتوقف فائدة فن النانو تكنولوجي عند ذلك بل تمتد إلى أصناف الخدمات التي نستمتع بها كالحواسيب والأجهزة الالكترونية والهواتف وغيرها" [1].

الطبّ والصحة: تستخدم التقنية النانوية في تطوير أدوات تشخيصية دقيقة وعلاجات مستهدفة للأمراض مثل السرطان، وذلك من خلال تسليم الأدوية بدقة إلى الأنسجة المصابة دون التأثير على الأنسجة السليمة.

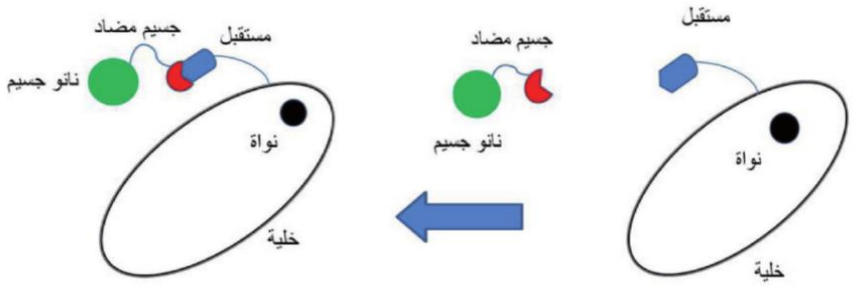
- **التطبيقات النانوية في مكافحة مرض السرطان: من الكشف المبكر إلى العلاج المستهدف**

تتعدد التحديات في مجال الطب وخاصة في مكافحة مرض السرطان، الذي يبقى من بين أكثر الأمراض تحدياً للعلماء والأطباء. إلا أن تقنيات المادة النانوية قد أظهرت إمكانيات هائلة في هذا السياق، حيث يتم استخدامها بشكل متزايد في الكشف المبكر عن الأورام السرطانية وعلاجها. تعتمد فعالية تطبيقات المادة النانوية في المجال الطبي على قدرتها على الاستهداف المحدد والتسليم المتقن للعلاج دون التأثير الضار على الأنسجة السليمة. واحدة من أبرز الطرق التي تستخدم فيها المادة النانوية هي تحميلها بالأدوية المضادة للسرطان، مما يسمح بنقلها مباشرة إلى المواقع المصابة داخل الجسم دون التأثير على الأنسجة السليمة.

وهذا ما تحدّث عنه نوار ثابت في كتابه النانو تكنولوجيا وتطبيقاتها: "*تتجلى مشكلة توصيل الدواء بوضوح في العلاج الكيمائي لمرض السرطان فالأدوية المستخدمة في العلاج الكيميائي اليوم لا تستهدف الخلايا المصابة بالمرض فقط بل السليمة كذلك وهو ما يستوجب زيادة جرعة الدواء وما يتسبب في ظهور آثار جانبية تزيد من معاناة المريض*"[2]. وهذه الصورة التوضيحية :

[1] أيوب أبو دية، **فلسفة التكنولوجيا**، ص 63 الآن للنشر والتوزيع، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/MgnqAhG

[2] نوار ثابت، **النانوتكنولوجيا وتطبيقاتها**، العبيكان للنشر والتوزيع، ص83، الموقع : https://2u.pw/JJBhtyI



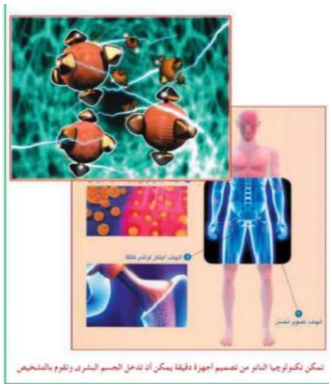
(الشكل 3.1) استهداف الجسيمات النانوية للخلايا السرطانية.
يُحمّل الجسيم النانوي بجسيم مضاد يسمح بالتصاق الجسيم النانوي بسطح الخلية السرطانية.

كتاب: النانوتكنولوجيا وتطبيقاتها، نوار ثابت، https://2u.pw/JJBhtyI

بالإضافة إلى ذلك، تساهم تطبيقات المادة النانوية في تحسين تقنيات الصور الطبية مثل الأشعة السينية والرنين المغناطيسي، ممّا يساعد في تشخيص مرض السرطان في مراحله المبكرة وتحديد مواقع الأورام بدقة عالية. لا يقتصر دور المادة النانوية في مجال الطب على الكشف فحسب، بل تمتد أيضًا إلى عمليات العلاج. فمثلاً، يمكن استخدام النانوتكنولوجيا لتطوير علاجات مستهدفة تقتل الخلايا السرطانية دون التأثير على الخلايا السليمة المجاورة. باختصار، يمثل استخدام المادة النانوية في مجال الطب نقلة نوعية في مكافحة مرض السرطان، حيث تمثل حلاً واعدًا لتحسين كفاءة الكشف المبكر وتقديم العلاج الفعال والمحدد للمرض.

وهذا ما أكده أيضا الباحث الدكتور عبد الباسط الجمل في كتابه تبسيط العلوم النانوتكنولوجي قائلا: *"إنّ الأهداف من تطبيقات تكنولوجيا النانو تطبيقها في خدمة الانسان وخاصة في المجال الطبي وكشف الأمراض ويشمل ذلك على تصميم أجهزة بالغة الدقة حجمها يقاس بالنانو حيث يمكن لهذه الأجهزة أن تغرس داخل جسم الانسان فيمكنها اكتشاف الأورام السرطانية، كما يُمكن تصميم أجهزة تقاس بحجم النانو تستخدم في التصوير حيث يمكنها تصوير دقائق صغيرة في الجسم البشري وتمكن العلماء من تصميم أجسام نانوية تحمل الأدوية إلى أهداف بالضبط خاصة في مجال الأورام"*[1].

[1] عبد الباسط الجمل، **تبسيط العلوم : النانوتكنولوجي ثورة في عالم الصناعة** ، ص13 ، الموقع : https://2u.pw/V9Xq8tS



الموقع : https://2u.pw/V9Xq8tS

الإلكترونيات والأجهزة الذكية: يمكن استخدام التقنية النانوية في تصغير أجهزة الإلكترونيات وتحسين أدائها، بما في ذلك زيادة قدرة التخزين وسرعة العمل.

الطاقة: تعمل التقنية النانوية على تطوير خلايا شمسية أكثر كفاءة وأنظمة تخزين طاقة فعالة، مما يسهم في تعزيز استدامة المصادر الطاقوية.

المواد والتصنيع: يمكن استخدام التقنية النانوية في تحسين خواص المواد وتطوير مواد جديدة تتمتع بقوة وخفة ومتانة فائقة.

البيئة: تستخدم التقنية النانوية في تنقية المياه والهواء من الملوثات والشوائب، وكذلك في تطوير أساليب متقدمة لإدارة النفايات.

التصميم والفنون: يمكن استخدام التقنية النانوية في مجالات الفنون والتصميم لإنشاء أعمال فنية مبتكرة ومتطورة تتمتع بخصائص فريدة وجمالية مذهلة.

هذه مجرد بعض الاستخدامات المحتملة لتقنية النانوتكنولوجيا، وهناك العديد من التطبيقات الأخرى التي تظهر باستمرار مع تطور البحث والتقنيات الحديثة.

3- استخدامات تقنية النانوتكتولوجيا في صناعة الصورة الرقمية:

استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في صناعة الصورة الرقمية تشمل العديد من الجوانب المبتكرة والمثيرة، ومن بين هذه الاستخدامات:

شاشات العرض النانوية: يمكن تطوير شاشات عرض نانوية بفضل تقنية النانوتكنولوجيا، والتي تتمتع بدقة عالية وألوان غنية، مما يساهم في تحسين جودة الصورة الرقمية ووضوحها.

أجهزة العرض النانوية: يمكن استخدام النانوتكنولوجيا في تطوير أجهزة العرض النانوية التي تتيح تجارب مرئية مذهلة ومثيرة للاهتمام، مثل النظارات الذكية وأجهزة العرض ثلاثية الأبعاد.

تحسين الوضوح والدقة: يمكن استخدام التقنية النانوية لتحسين وضوح ودقة الصور الرقمية، سواء في الطباعة أو عرض الصور على الشاشات، مما يجعل التفاصيل أكثر وضوحًا وواقعية.

التصوير النانوي: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير أجهزة التصوير النانوية التي تسمح بالتقاط صور ذات دقة عالية للأشياء على المستوى النانوي، مما يفتح أفاقًا جديدة لفهم العالم الدقيق.

تصميم الأجهزة الرقمية النانوية: يمكن تطوير أجهزة رقمية نانوية تعتمد على تقنية النانوتكنولوجيا لإنتاج صور رقمية بجودة عالية وتفاصيل دقيقة، مما يوسع نطاق الاستخدامات في مجالات مثل التصوير الطبي والأمنية والعلمية.

باستخدام تقنية النانوتكنولوجيا، يمكن تحسين الصور الرقمية بشكل كبير وتوسيع قدرات الصناعة الرقمية، مما يفتح أفاقًا جديدة للإبداع والتطوير في هذا المجال.

ثانيا: التفاعل الإبداعي: استخدامات تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير تجارب المستخدم في التصميم السمعي البصري

في هذا العالم الذي يتسارع فيه التطور التكنولوجي، تظهر التقنيات الحديثة كمحرك للإبداع والتجديد في عدة مجالات، ومن بين هذه المجالات يبرز التصميم السمعي البصري كميدان مهم للتجارب الإبداعية والتقنية. تعتبر تقنية النانوتكنولوجيا واحدة من أبرز التطورات التكنولوجية التي تؤثر بشكل كبير على التصميم السمعي البصري، حيث تمثل فرصة جديدة لتحسين تجارب المستخدم وتعزيز الابتكار في هذا المجال. كما تتيح تقنية النانوتكنولوجيا استخدام مواد وأنظمة مصغرة بشكل كبير، مما يفتح آفاقًا جديدة للتفاعل الإبداعي في التصميم السمعي البصري. فهي تمكن المصممين من تحسين أداء المواد والتقنيات المستخدمة في إنتاج الصوت والصورة، وتوفير تجارب مستخدم فريدة ومبتكرة. حيث يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير أنواع مختلفة من التجارب السمعية والبصرية، بما في ذلك تحسين جودة الصوت والصورة، وتطوير المواد الضوئية والسمعية، وتحسين الأداء البصري والسمعي للتصميمات.

على سبيل المثال، يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير شاشات العرض الرقمية بدقة عالية، مما يسمح بتقديم صور وألوان أكثر وضوحًا وجودة، مما يعزز تجربة المستخدم ويثري التفاعل البصري. كما يمكن استخدامها في تحسين أداء السماعات اللاسلكية أو تطوير مواد مرنة لإنتاج أجهزة سمعية مبتكرة. بشكل عام، تمثل تقنية النانوتكنولوجيا فرصة مذهلة للمصممين في مجال التصميم السمعي البصري لاستكشاف حدود الإبداع وتحسين تجارب المستخدم بطرق لم تكن ممكنة من قبل. نقدم بعض الأمثلة:

شاشات العرض الرقمية عالية الدقة: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير شاشات عرض رقمية بدقة عالية توفر صورًا أكثر وضوحًا ونقاءًا. يمكن أن تكون هذه الشاشات مرنة أو شفافة، مما يسمح بإنشاء تجارب بصرية جديدة ومثيرة.

أجهزة السمع الذكية: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير أجهزة سمعية ذكية توفر جودة صوت عالية وتجربة استماع مريحة وفعالة. يمكن أن تكون هذه الأجهزة صغيرة الحجم وخفيفة الوزن، مما يجعلها مريحة للاستخدام اليومي.

مواد التصميم الذكية: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير مواد تصميمية ذكية مثل الأقمشة الذكية والطلاءات الذكية التي تتفاعل مع البيئة المحيطة. يمكن أن تتغير خصائص هذه المواد بالاستجابة للضوء أو الحرارة، مما يخلق تجارب مستخدم مثيرة ومبتكرة.

الأجهزة القابلة للارتداء والإلكترونيات النانوية: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تطوير أجهزة قابلة للارتداء مثل الساعات الذكية والأجهزة الطبية القابلة للتتبع. يمكن أن تكون هذه الأجهزة صغيرة الحجم وتحتوي على مستشعرات وأجهزة استشعار تعمل بكفاءة عالية.

تحسين جودة الصور والأفلام الرقمية: يمكن استخدام تقنية النانوتكنولوجيا في تحسين جودة الصور والأفلام الرقمية، سواء من خلال تحسين دقة الصور أو تعزيز تأثيرات الضوء والألوان.

ثانيا: الإطار التطبيقي

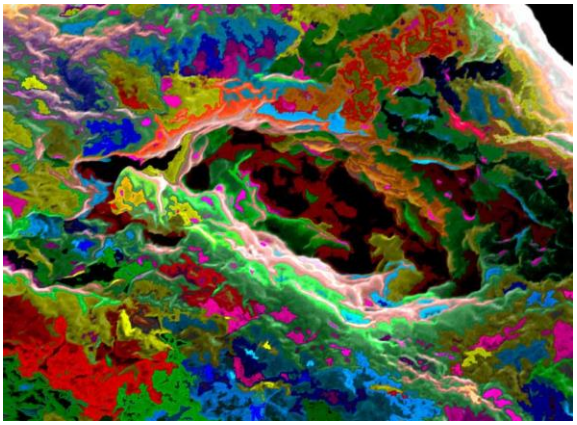
أثر النانو التكنولوجيا على فن الصورة الرقمية

1. **معارض عالمية لفن النانو**

تزايدت انتشار الأعمال الفنية التي تتجه بعضها نحو أشكال متكررة مع ترتيب متقن في نتائج التجارب العلمية على المواد باستخدام تقنية قياس النانو، حيث شارك الباحثون جنبًا إلى جنب مع الفنانين في هذه المبادرات. استقطبت هذه المعارض اهتمامًا كبيرًا بفضل تفرد وإبداع اللوحات والصور المعروضة، مما حفز على تنظيم معارض ومتاحف متخصصة في هذا المجال. تعتبر الأجهزة العلمية الدقيقة، مثل الميكروسكوب الإلكتروني، مكونًا أساسيًا، حيث يتم من خلالها لقط العلماء صورًا دقيقة للمقاسات النانومترية وتلوينها لإنتاج لوحات فنية مذهلة. تعتبر معارض فن النانو، مثل تلك التي أقامها الفنان كريس اروفسكو، من بين أهم الأحداث التي تبرز التجارب العلمية التي تم التعامل معها باستخدام تكنولوجيا النانو.

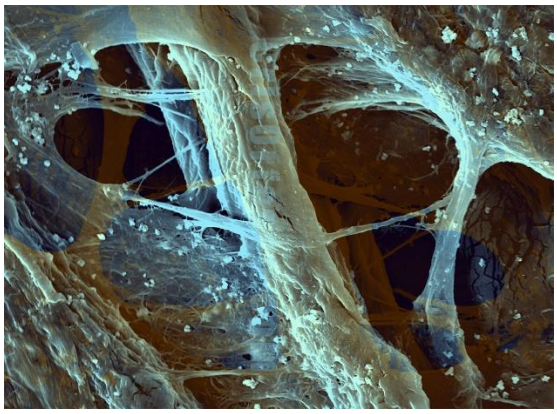
كذلك الفنان Cris Orfescu وهو فنان تشكيلي يعتمد على تقنية التصوير الفوتوغرافي بتقنية النانو آرت.

NanoArt هو مصطلح يشير إلى فن يتم إنشاؤه باستخدام تقنية النانوتكنولوجيا. يعتمد NanoArt على التفاعل والتلاعب بالمواد على المستوى النانوي لإنتاج أعمال فنية. يتمثل جمال NanoArt في الاستفادة من التقنيات العلمية المتقدمة لإنشاء تفاصيل دقيقة جدًا وهياكل فريدة على نطاق النانومتر.

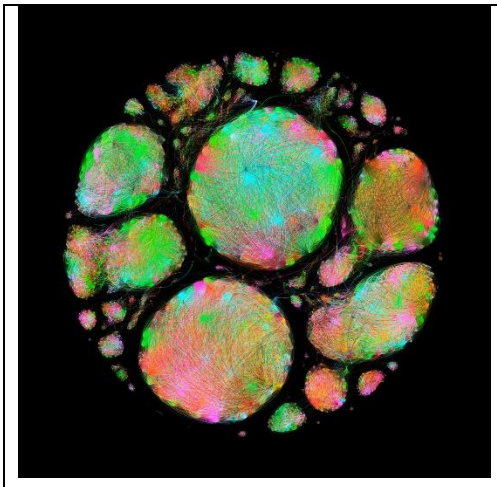


https://www.picassomio.com/cris-orfescu/33948.html

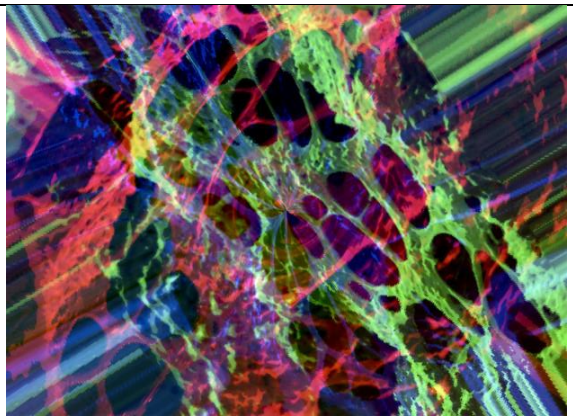
تفاصيل أعمال فنية لـ كريس أورفسكو



/https://crisorfescu.com/product/polymatrix-2020-nanoart



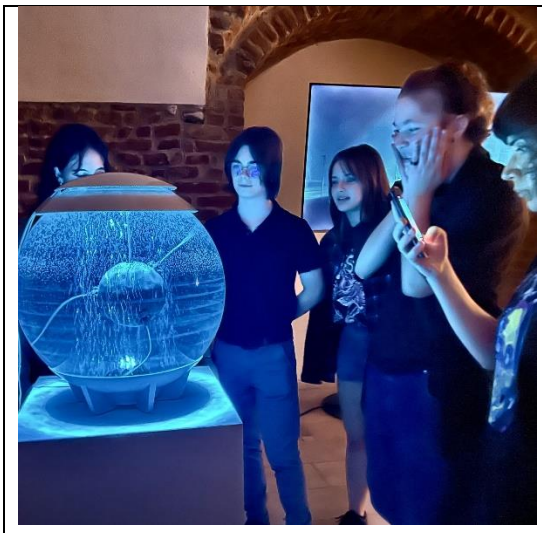
https://www.interaliamag.org/articles/cris-orfescu-nanoart-atomic-molecular-sculptures-and-landscapes/



https://atelier10.ca/nouveauprojet/article/les-arts-sciences-pour-se-comprendre-comprendre-le-monde

Cris Orfescu - "الانفجار الكمي"، طباعة رقمية، أحبار أرشيفية على ورق فني.

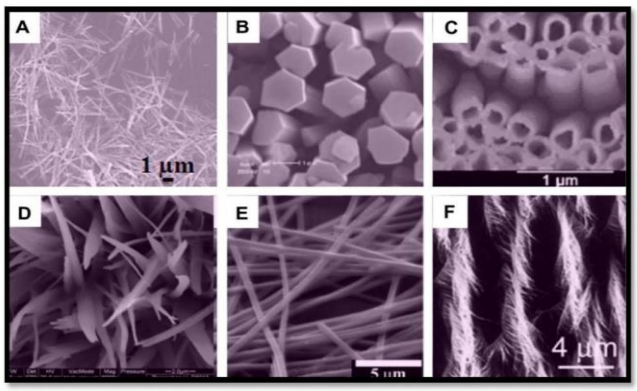
François-Joseph Lapointe الفنان



https://annadumitriu.co.uk/portfolio/archaeabot/

الفنانين : Alex May and Anna Dumitriu

وتتمثل هذه الصور في شكل مواد نانوية أحادية البعد وهي "*مواد ذات بعد واحد ويتم استخدامها في عديد المجالات نظرا لخصائصها المتنوعة والمتفوقة على المواد مثل المعدن والسيراميك والخيوط والأسلاك وهي تلعب دورا مهما كوصلات ووحدات وظيفية في تصنيع وبناء الأجهزة وهذا ما توضحه الصورة الموالية*"[1] :



الشكل (14.1) صورة المجهر الإلكتروني الماسح و المجهر الإلكتروني النافذ للمواد النانوية احادية البعد [29]

2

[1] أحمد عامري الشماري، **علم النانو وتقنية النانو تحضيره وتطبيقاته**، 2022، ص 60 ، الموقع الإلكتروني : https://2u.pw/vjuR3hJ

[2] نفس المرجع، ص 61.

أهم فنانين فن النانو : NanoArt

- **كريس أورفيكس**

وهو احد فنانين فن النانو ولد Orfescu Cris في بوخارست، رومانيا، وهو فنان علم نفسه بنفسه ومختص بالفن الرقمي والجداريات ، والرسم الزيتي ،كوالج ، رسومات ، رسوم متحركة ، تصميم مواقع ويب ، فيديو ، وسائط متعددة. تتمثل التجربة في شكل فني جديد، NanoArt، والذي يعكس الانتقال من العلوم إلى الفن مع دمج التكنولوجيا. كان Orfescu يعرض أعماله العالمية في الواليات المتحدة ألمريكية وإيطاليا وفرنسا وفنلندا وكوريا والمملكة المتحدة وأيرلندا وإسبانيا وألمانيا وكولومبيا واليونان في العديد من المعارض الفردية والجماعية.

خاتمة:

إن استخدام التكنولوجيا النانوية والفن الرقمي والنانو ارت، تفتح الفرص للفنانين الرقميين لاستكشاف وتطوير أساليب جديدة في فن الصورة الرقمية. تمكنهم هذه التقنيات من إضافة أبعاد جديدة من التفاصيل والتعبير إلى أعمالهم، مما يعزز الجودة والدقة والإبداع في الصورة الرقمية. تحقق التكنولوجيا النانوية تحسينات ملموسة في مجالات مثل دقة الألوان وتباين الصورة ونقاء التفاصيل، مما يسهم في إثراء تجربة المشاهد وزيادة جاذبية الصورة الرقمية. علاوة على ذلك، تمكن الابتكار في مجال النانو التكنولوجيا الفنانين الرقميين من تطوير مواد جديدة وتقنيات تصوير مبتكرة، مما يعزز مجال الفن الرقمي ويثري المشهد الفني بشكل عام. بهذه الطريقة، يظهر أثر التكنولوجيا النانوية على فن الصورة الرقمية كمحفز للإبداع والتطور، مما يفتح آفاقًا جديدة للفنانين الرقميين لاستكشاف وابتكار أساليب جديدة وإثراء تجربة المشاهد بصور مذهلة وملهمة.

النتائج

- تحسين جودة الصورة الرقمية: تقنيات التكنولوجيا النانوية تسهم في تحسين جودة الصور الرقمية من خلال زيادة دقة الألوان وتفاصيل الصورة.
- تطوير أساليب الفن الرقمي: يتيح التفاعل بين التكنولوجيا النانوية وفن الصورة الرقمية ابتكار أساليب جديدة ومبتكرة في التصوير الفني.

- زيادة الإبداع والتفاعل الفني: يشجع هذا التفاعل على تحفيز الإبداع وتعزيز التفاعل الفني بين الفنانين والمشاهدين

قائمة المراجع:

الكتب

- جوليان كريب، ترجمة ساره طه علام ، مراجعة هبة عبد العزيز غانم، **اجتياز القرن الحادي والعشرين أخطر عشرة تحديات تواجه البشرية وكيف يمكن التغلب عليها ؟** الهنداوي للنشر والتوزيع. 2016، الموقع اللإلكتروني : https://2u.pw/JJdx0Ug
- أيوب أبو دية، **فلسفة التكنولوجيا** ، الآن للنشر والتوزيع، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/MgnqAhG
- أحمد توفيق الحجازي، **تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجيا الجديدة**، دار كنوز للمعرفة العلمية، 2012، الموقع: https://2u.pw/f1qb9js
- عبد الباسط الجمل، **تبسيط العلوم النانوتكنولوجي ثورة في عالم الصناعة**، سفير للنشر والتوزيع، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/yPe2ts6
- أحمد عامري الشماري، **علم النانو وتقنية النانو تحضيره وتطبيقاته**، 2022، الموقع الإلكتروني : https://2u.pw/vjuR3hJ
- قحطان خلف الخزرجي، أسيل باسم الزبيدي، رنا عفيف عنائي. **التقنية النانوية ودورها في حياتنا**، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/p7ExV58
- جلعاد جيمس، **مقدمة لتقنية النانو**، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/NhSaN6m
- علي سليمان حامد دربالة، أماني محمد محمود حمزة، **تكنولوجيا النانو وتطبيقاته في مجالات عديدة الزراعة-تكنولوجيا الغذاء- المياه -البيئة –مكافحة الآفات**، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، الموقع اللإلكتروني: https://2u.pw/ZAcbL44
- نوار ثابت، **النانوتكنولوجيا وتطبيقاتها**، العبيكان للنشر والتوزيع، الموقع الإلكتروني: https://2u.pw/iXMATDc

المقالات العلمية:

رحاب فايز، مقال إلكتروني "***تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات الفرص والتحديات***"، الموقع :

https://www.researchgate.net/publication/279449947_tknwlwjya_alnanw_fy_mjal_almlwmat_walatsalat_alfrs_walthdyat_Nanotechnology_in_the_field_of_information_and_communication_Opportunities_and_Challenges

مواقع الواب

https://www.artwanted.com/imageview.cfm?id=294066

https://www.interaliamag.org/articles/cris-orfescu-nanoart-atomic-molecular-sculptures-and-landscapes/

https://www.scenocosme.com/presse_2.htm

https://annadumitriu.co.uk/portfolio/archaeabot/

Synthèse et caractérisation de nanostructures de carbone à partir de condensat de gaz naturel par CVD

تولیف وتوصیف الهیاکل النانویة الکربونیة من مکثفات الغاز الطبیعي بواسطةCVD

Madaci wissal /souad hammadou née mesdour/boufades djamila

Doctorante,université m'hamed bougeura boumerdes Algerie/maitre assistante A université m'hamed bougeura boumerdes ,algerie/ maitre assistante A université m'hamed bougeura boumerdes Algerie

الملخص:

یرکز هذا العمل البحثي على تطویر وتوصیف الهیاکل النانویة الکربونیة کمرشحین محتملین للتطبیقات المختلفة. تم تحضیر الأنابیب النانویة (CNS) والأنابیب النانویة الکربونیة (CNT) من مکثفات الغاز الطبیعي بواسطة cvd في وجود محفزات قائمة على الحدید والنیکل. أجریت عملیة cvd في درجات حرارة معتدلة في ظل غلاف جوي من النیتروجین وتم مقارنة النهجین لإنتاج CNS-CNTs مع معادن انتقالیة. یتطلب الحصول على هذه المواد إتقان البارامترات التجریبیة وکذلك طبیعة السلائف. وکانت النسب الحفازة المختلفة خلال التولیف متنوعة، کما تمت دراسة تأثیرها على نمو النواتج المحوسبة المحوسبة. یمکن لمعاییر التولیف هذه بالتأکید تعدیل خصائص الهیاکل النانویة التي تم الحصول علیها مثل القطر والتشکل والبلورة والفضاء بین الطبقات.

الکلمات المفتاحیة: مکثفات الغاز، ترسب البخار الکیمیائي (CVD)، الأنابیب النانویة الکربونیة (CNTs)

Abstract:

This research work focuses on the development and characterization of carbon nanostructures as potential candidates for various applications. Nanospheres (CNS) and carbon nanotubes (CNT) were prepared from natural gas condensate by cvd in the presence of iron and nickel based-catalysts. The cvd process was carried out at moderate temperatures under a nitrogen atmosphere and the two approaches to produce CNS-CNTs with transition metals were compared. Obtaining such materials requires mastery of the experimental parameters as well as the precursor nature. The different catalytic proportions during the synthesis were varied and their influence on the growth of CNT-CNSs was also studied. These synthesis parameters can certainly modify the properties of the nanostructures obtained such as diameter, morphology,crystallinity and inter-layer space.

Key words: Gas Condensate ,Chemical Vapor Deposition (CVD) ,Carbon Nanotubes (CNTs)

Introduction

L'avènement des nanotechnologies a ouvert la voie à des avancées extraordinaires dans le développement de matériaux aux propriétés exceptionnelles. Parmi ces matériaux, les nanostructures de carbone, telles que les nanotubes et les nanosphères, ont suscité un intérêt particulier en raison de leurs caractéristiques uniques et de leurs applications potentielles dans des domaines variés, allant de l'électronique à la médecine. Dans cette optique, la synthèse de nanostructures de carbone à partir de ressources naturelles renouvelables et économiquement viables est devenue un axe de recherche crucial.

Le condensat de gaz naturel, en tant que sous-produit précieux de l'industrie gazière, représente une source prometteuse de carbone pour la synthèse contrôlée de nanostructures. La décomposition contrôlée du condensat par la technique de dépôt chimique en phase vapeur (CVD) émerge comme une stratégie prometteuse et écoénergétique pour produire des nanostructures de carbone d'une grande pureté et d'une morphologie bien définie.

Cette étude se concentre sur la synthèse et la caractérisation de nanostructures de carbone à partir du condensat de gaz naturel par CVD, en explorant les mécanismes fondamentaux qui régissent la formation de ces nanostructures. La compréhension approfondie des paramètres de synthèse, tels que la température, la pression et les précurseurs gazeux, ainsi que la caractérisation précise des propriétés structurales et morphologiques des nanostructures produites, seront au cœur de cette recherche.

Au-delà de l'aspect fondamental, cette étude vise également à explorer les applications potentielles de ces nanostructures de carbone dans des domaines clés, tels que les dispositifs électroniques, les matériaux composites avancés et les catalyseurs hautement performants. En alignant cette recherche sur les défis actuels de la synthèse de nanostructures de carbone à partir de ressources naturelles, elle aspire à apporter une contribution significative à la recherche sur les matériaux avancés, offrant ainsi des perspectives innovantes pour l'avenir de la nanotechnologie**.**

I. L'objectif de cette étude scientifique :

L'objectif de cette étude est de synthétiser et caractériser des nanostructures de carbone à partir de condensat de gaz naturel en utilisant la technique de dépôt chimique en phase vapeur (CVD). Le but est de produire des nanostructures de carbone de haute qualité pour une utilisation potentielle dans diverses applications .

1. **utilisation des Ressources Naturelles:** En exploitant le condensat de gaz naturel, un sous-produit de l'industrie gazière, cette étude contribue à la valorisation efficace des ressources naturelles, offrant ainsi une approche plus durable pour la production de nanostructures de carbone.
2. **Avancées dans la Synthèse de Nanostructures:** La recherche sur la synthèse par CVD représente une avancée majeure dans les techniques de fabrication de nanostructures de carbone. Comprendre les mécanismes de formation et les conditions de synthèse permettra d'optimiser le processus, ouvrant la voie à des méthodes de production plus efficaces et reproductibles.
3. **Contrôle Précis de la Morphologie et de la Structure:** La caractérisation précise des nanostructures produites offre la possibilité de contrôler la morphologie, la taille et la structure cristalline des matériaux. Cela a des implications directes sur les propriétés et les performances des nanostructures de carbone dans diverses applications.
4. **Développement de Matériaux Avancés :** Les nanostructures de carbone présentent des propriétés uniques, telles que la conductivité élevée, la légèreté et la résistance mécanique. Leur utilisation potentielle dans la fabrication de nouveaux matériaux

avancés ouvre des perspectives pour le développement de produits plus performants et durables.

5. **Réponse aux Enjeux Énergétiques et Environnementaux:** L'utilisation de techniques écoénergétiques pour la synthèse des nanostructures de carbone répond aux préoccupations actuelles liées à l'efficacité énergétique et à la réduction de l'empreinte carbone dans les processus industriels.

Definitions :

- **Condensat de gaz naturel :** est un mélange d'hydrocarbures liquides de faible densité existent généralement à l'état gazeux dans les conditions initiales du réservoir [1,2]. Cependant, lors de la production de gaz , la phase gazeuse se transforme en un mélange biphasique, comprenant une phase gazeuse (gaz humide) et une phase liquide (condensat).
- **Nanotubes de carbone :** Les nanotubes de carbone sont des structures tubulaires creuses constituées de carbone. Ils présentent une conductivité électrique et thermique élevée, ainsi qu'une résistance mécanique remarquable, ce qui les rend utiles dans divers domaines
- **Nanosphères de carbone :** Les nanosphères de carbone sont des nanostructures sphériques composées de carbone. Elles peuvent être produites par diverses méthodes, y compris la CVD, et présentent un intérêt croissant pour des applications telles que le stockage d'énergie et la catalyse, en raison de leurs propriétés uniques telles que légèreté, haute résistance thermique et haute résistance mécanique [3,4].
- **Synthèse des nonstructures de crabone :**

Les nanomatériaux peuvent également être produits par la méthode de dépôt chimique en phase vapeur (CVD). Ce processus implique l'utilisation d'un réacteur à flux, tel qu'un tube en quartz ou un tube en acier inoxydable, placé à l'intérieur d'un four pour la pyrolyse de molécules contenant du carbone. En tant que réactifs, des gaz riches en carbone mélangés à des flux d'argon ou d'azote sont employés, bien que parfois le réactif puisse être liquide avant d'être vaporisé. Lorsqu'un catalyseur est intégré, la méthode est appelée CVD catalytique (CCVD). Ce catalyseur peut se présenter sous forme de poudre transportée dans le réacteur avec les gaz d'alimentation, ou il peut être préalablement enduit ou supporté sur un substrat [5].

La synthèse des nanotubes de carbone (NTC) par CVD repose sur la décomposition d'hydrocarbures en tant que sources de carbone sur divers substrats tels que l'alumine (Al2O3), MgO, SiO2, etc., qui contiennent des catalyseurs. Cette décomposition se produit à des températures inférieures à 1200 °C [6,7]. En général, les catalyseurs utilisés sont des particules de métal de transition de taille nanométrique, notamment le nickel, le fer, le cobalt, le molybdène et le cuivre. Ces catalyseurs sont utilisés avec succès dans le CCVD, que ce soit sous forme d'oxyde ou de métal, ou sous forme de mélanges. Les principaux paramètres du procédé comprennent les types d'hydrocarbures et de catalyseurs, ainsi que la température de fonctionnement [8].

Préparation des catalyseurs pour la synthèse des nanostructures de carbone :

La croissance de nanostructures de carbone nécessite une sélection judicieuse des catalyseurs et de leurs méthodes de préparation, un choix influencé par les applications spécifiques et les architectures visées. Les catalyseurs jouent un rôle crucial dans la synthèse par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) des nanostructures de carbone. Ainsi, l'amélioration des caractéristiques souhaitées du catalyseur contribuera à améliorer la qualité des nanostructures

carbonées obtenues ainsi que l'efficacité globale du procédé. Comme abordé dans le chapitre précédent, pour la croissance catalytique des nanosphères et des nanotubes de carbone, les métaux de transition tels que le fer, le nickel, le cobalt, ou leurs alliages bimétalliques sous forme de nanoparticules sont considérés comme les catalyseurs les plus performants [9].

Dans cette section de notre travail, nous avons sélectionné divers catalyseurs à base de métaux de transition tels que le fer et le nickel pour la production de nanosphères et de nanotubes de carbone. Ce choix s'appuie sur plusieurs facteurs, tels que la forte solubilité des fragments de carbone dans ces métaux, leur interaction significative avec leurs supports, leur grande vitesse de diffusion favorisant une décomposition plus rapide des hydrocarbures, leur point de fusion élevé, une surface spécifique importante, ainsi qu'un volume de pores plus étendu [10].

la préparation des solutions catalytiques :

En ce qui concerne la préparation des solutions catalytiques pour la synthèse des nanosphères de carbone, nous avons utilisé des catalyseurs à base de fer et de nickel, tels que FeCl3.6H2O, FeSO4.7H2O. , NiCl2.6H2O, NiSO46H2O, et Ferrocène (C10H10Fe). Ces substances ont été spécifiquement choisies en raison de leur composition en métaux de transition (Fe, Ni), qui sont les sites actifs de la croissance du carbone. Les catalyseurs ont été préparés par dispersion simple, une méthode de préparation largement répandue, pour assurer un approvisionnement continu en nanostructures et une pureté contrôlée, garantissant ainsi des échantillons reproductibles pour l'étude.

Configuration expérimentale et principe du procédé :

Parmi les diverses techniques de production de nanostructures de carbone explorées dans le chapitre initial, le procédé de CVD catalytique émerge comme la méthode la plus prometteuse. Il présente une sélectivité élevée, un coût modéré et une possibilité de mise à l'échelle. Le CVD implique le transport de plusieurs précurseurs (un précurseur catalytique et un précurseur carboné) par un gaz inerte (N2 ou Ar), qui sont ensuite transformés en vapeur à l'intérieur d'un réacteur chauffé à haute température.

Principe de fonctionnement :

Le modèle largement accepté pour la croissance du carbone à partir d'un catalyseur métallique implique la décomposition de la source de carbone à la surface supérieure d'une particule métallique, suivie d'une diffusion d'atomes de carbone dans le métal et de leur précipitation sur d'autres facettes de la particule [51].

Dans cette étude particulière, le processus de synthèse des nanostructures de carbone (NSC, NTC) repose sur la décomposition catalytique d'hydrocarbures liquides, notamment le condensat de gaz naturel. Ce processus consiste à vaporiser et pyrolyser les hydrocarbures à l'intérieur d'un réacteur sous atmosphère inerte (azote, N2), où le condensat se décompose en molécules gazeuses. Le précurseur catalytique subit également une décomposition dans la phase gazeuse, entraînant la formation abondante de nanoparticules catalytiques par germination homogène. Ces nanoparticules amorcent ensuite la décomposition catalytique de l'hydrocarbure, générant ainsi un dépôt solide de carbone avec simultanément l'émission de sous-produits gazeux.

Le dispositif expérimental :

comprenant le réacteur et le four CVD,. Il se compose d'un réacteur tubulaire en quartz d'un diamètre interne d'environ 27 mm et d'une longueur de 90 cm. Ce réacteur est positionné à l'intérieur d'un four électrique tubulaire programmable, relié à un thermocouple pour le contrôle et la surveillance précise de la température pendant la réaction. La vitesse de montée en température du four, ainsi que la température de refroidissement, sont ajustées en fonction de la durée du procédé.

À l'entrée du réacteur, le dispositif est équipé d'une bouteille de gaz inerte (N2) et d'un débitmètre pour réguler le flux de gaz. Une ampoule contenant le mélange (charge-catalyseur) est positionnée à la sortie du réacteur Le four est relié à un système de pièges permettant à la fois de refroidir et de piéger les sous-produits majoritaires issus de la synthèse n'ayant pas été impliqués dans la formation des solides carbonés

Procédure expérimentale :

Pour la synthèse des nanosphères de carbone, la charge préalablement préparée (condensat + solution catalytique) est introduite dans une ampoule à décanter. Une fois la température de réaction atteinte (900°C), la charge catalytique est injectée dans un tube en quartz via un capillaire, en utilisant le N2 comme gaz porteur. La vitesse d'alimentation est maintenue constante pendant 2 heures à 0,34 ml/min. Le débit optimal du gaz porteur (N2) reste constant pour toutes les synthèses, fixé à 80 ml/min.

À la fin de la réaction, le four est refroidi jusqu'à la température ambiante sous un flux continu de gaz inerte (N2). Un matériau noir se forme sur la paroi interne du tube en quartz. La principale masse du produit est localisée dans la zone de pyrolyse du four, puis elle est broyée et récupérée.

Le produit résultant est composé d'un mélange comprenant des sphères de carbone, des particules de catalyseur, des composés polyaromatiques, du carbone amorphe, du graphite, ainsi que des résines. Pour séparer les nanosphères de carbone (NSC) des sous-produits de la synthèse, un lavage au toluène a été effectué plusieurs fois afin d'éliminer les fullerènes (C60, C70) et les impuretés solubles dans le toluène, notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Le mélange prétraité est ensuite filtré, le solide obtenu est séché, puis il subit une purification acide pour éliminer les impuretés insolubles dans le toluène, telles que des particules de graphite et des particules métalliques de catalyseur recouvertes de feuillets graphitiques.

Méthodes de caractérisation des nanostructures élaborées :

Les nanostructures de carbone produites par pyrolyse du condensat de gaz au cours de cette étude sont examinées et caractérisées afin de déterminer leurs propriétés physiques et leur morphologie. À cet effet, nos échantillons ont été soumis à différentes techniques d'analyse couramment utilisées pour la caractérisation des nanostructures de carbone, notamment la microscopie électronique à balayage (MEB) et l'analyse thermogravimétrique (ATG).

Résultats et Discussion :

Echantillon
NTC01 (Ni/AL_2O_3)
NTC02 (Fe/Al_2O_3)
NTC03 ($Ni\text{-}Fe/Al_2O_3$)

Microscopie électronique à balayage (MEB) :

La caractérisation des échantillons synthétisés par pyrolyse de condensat de gaz, en utilisant divers catalyseurs supportés sur l'alumine, a été réalisée initialement par microscopie électronique à balayage (MEB). Cette technique permet une évaluation qualitative globale des échantillons. Cependant, pour obtenir des informations structurales fiables, il est essentiel de balayer plusieurs zones des nanotubes de l'échantillon.

L'observation générale par l'analyse MEB a révélé que la sélectivité envers les nanotubes de carbone était extrêmement élevée et de petites traces de particules de type sphérique ou de carbone désorganisé a été observée dans l'échantillon

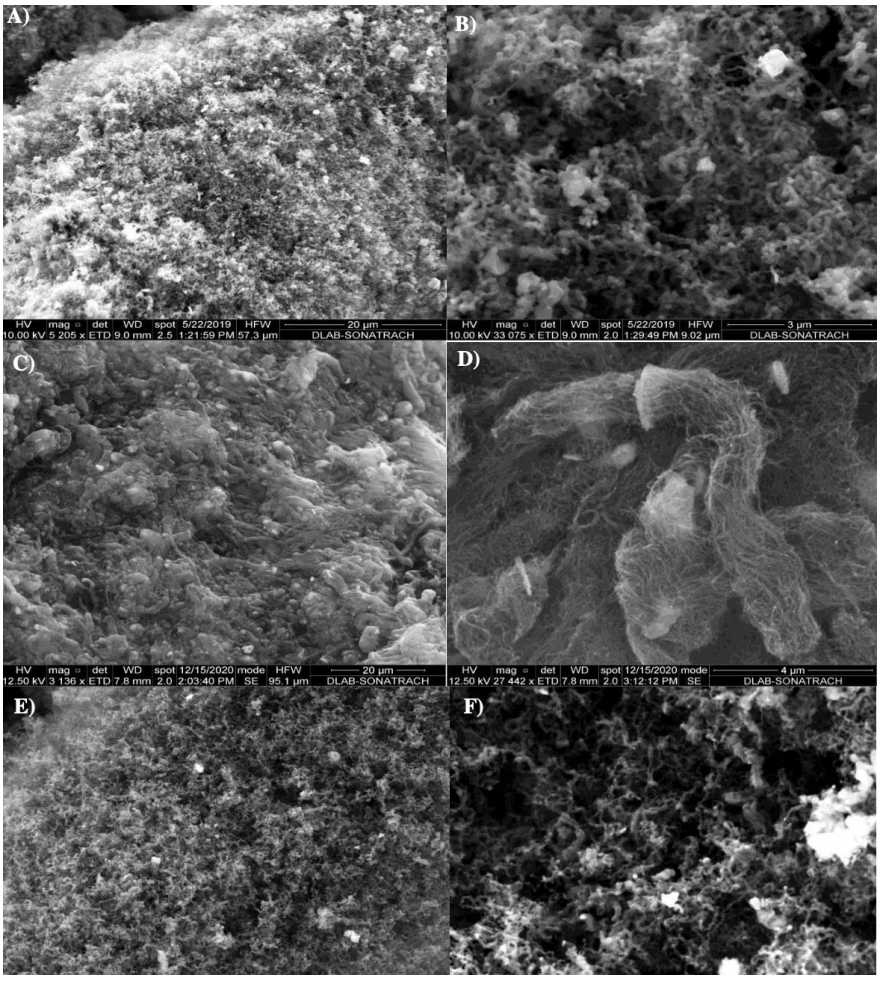


Figure1: Images MEB des nanotubes de carbone obtenus par des catalyseurs de , A)et

B) NTC01 , C) et D) NTC02 , E) et F) NTC03.

Analyse thermogravimétrique (ATG)

l'analyse thermogravimétrique (ATG) sous air des nanotubes de carbone multi-parois (MWNT) produits par la pyrolyse du condensat de gaz en présence de divers catalyseurs. L'ATG est couramment utilisée pour évaluer la pureté et la stabilité thermique des dépôts de carbone. Les données ATG des nanotubes de carbone révèlent une stabilité thermique élevée, atteignant près de 500 °C pour tous les échantillons, suggérant que les nanotubes produits à partir du condensat de gaz constituent un matériau potentiel pour des applications à très haute température.

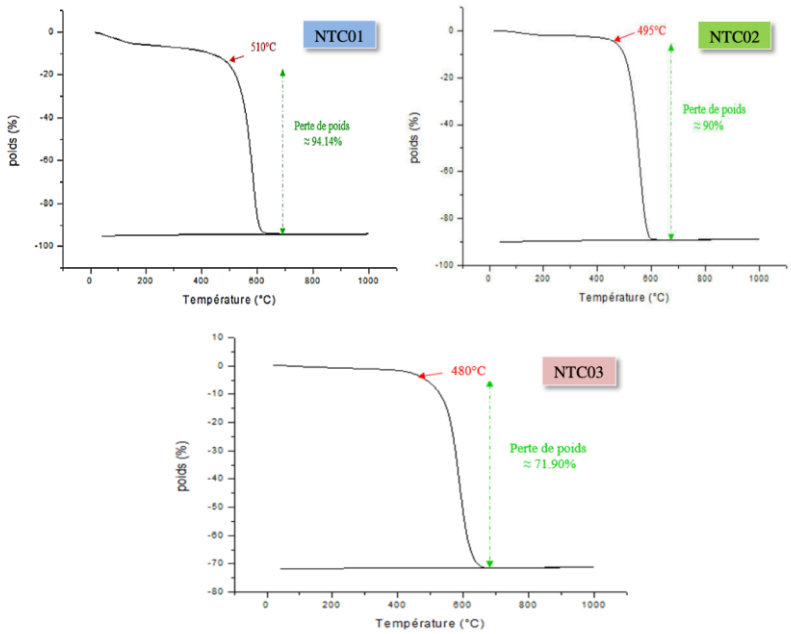


Figure2 :Courbes d'analyse thermogravimétrique sous air des nanotubes de carbone synthétisées par CVD de condensat de gaz en présence de catalyseur supportés sur l'alumine

Conclusion :

Ce travail de thèse a réussi à atteindre ses objectifs principaux en élaborant avec succès des nanostructures de carbone, notamment des nanotubes et des nanosphères, à partir du condensat de gaz en présence de catalyseurs à base de fer et de nickel. Les résultats ont démontré la faisabilité de cette synthèse .Les différentes morphologies obtenues ont été caractérisées de manière approfondie, révélant des propriétés structurales et morphologiques intéressantes. Cependant, des pistes d'amélioration subsistent, notamment l'exploration de catalyseurs alternatifs et la recherche sur les applications potentielles de ces nanostructures. Ce travail constitue une contribution significative à la compréhension et à l'amélioration de la synthèse des nanostructures de carbone. De plus, la possibilité de fractionner le condensat de gaz en coupes distinctes, utilisées pour la synthèse des nanomatériaux carbonés, sera explorée, offrant ainsi l'opportunité d'analyser la cinétique du procédé pour mieux comprendre le mécanisme réactionnel conduisant à la croissance de différents types de carbone.

Recommandations :

1. Poursuivre la recherche en testant d'autres catalyseurs présentant une meilleure mouillabilité que le fer et le nickel pour améliorer le rendement.

2. Explorer des fenêtres de croissance spécifiques pour chaque configuration de catalyseur afin d'optimiser la synthèse des nanotubes de carbone.

3. Se concentrer sur l'élaboration et l'étude des propriétés mécaniques et thermiques des nanostructures de carbone obtenues.

4. Envisager la fractionnation du condensat de gaz en coupes distinctes pour étudier la cinétique du procédé et comprendre le mécanisme réactionnel de la croissance des différents types de carbone.

Références Bibliographiques :

[1] Speight , James G , Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes. second edition . Marcel Dekker Inc., New York,2011.
[2] Speight, James G. Handbook of petroleum product analysis. John Wiley & Sons, 2015.
[3] Fasesan, S. O., OlukiniI, O. O., et Adewumi, O. O. Characteristics of gas condensate. Petroleum science and technology , vol. 21, no 1-2, p. 81-90, 2003
[4] Speight, James .G , Handbook of Natural Gas Analysis, First Edition. John Wiley & Sons,201
[5] QI, Xiaosi, QIN, Chuan, ZHONG, Wei, et al. Large-scale synthesis of carbon nanomaterials by catalytic chemical vapor deposition: a review of the effects of synthesis parameters and magnetic properties. Materials, vol. 3, no 8, p. 4142-4174, 2010.
[6] ORTEGA-CERVANTEZ, Gerardo, RUEDA-MORALES, G., et ORTIZ-LOPEZ, Jaime. Catalytic CVD production of carbon nanotubes using ethanol. Microelectronics Journal, vol. 36, no 3-6, p. 495-498, 2005.
[7] QIN, L. C. CVD synthesis of carbon nanotubes. Journal of materials science letters, vol. 16, no 6, p. 457-459, 1997.
[8] MAGREZ, Arnaud, SEO, Jin Won, SMAJDA, Rita, et al. Catalytic CVD synthesis of carbon nanotubes: towards high yield and low temperature growth. Materials, vol. 3, no 11, p. .2010 ,4891-4871
[9] DANAFAR, Firoozeh, FAKHRU'L-RAZI, A., SALLEH, Mohd Amran Mohd, et al. Fluidized bed catalytic chemical vapor deposition synthesis of carbon nanotubes—A review. Chemical Engineering Journal, vol. 155, no 1-2, p. 37-48,2009.
[10] DAS, Rasel et TUHI, Sayonthoni Das. Carbon nanotubes synthesis. In : Carbon Nanotubes for Clean Water. Springer, Cham. p. 27-84, 2018.

Anti *listeria monocytogenes* activities of some phenolic compounds and their efficiency by nanoscale delivery

أنشطة الليستيريا المستوحدة المضادة لبعض المركبات الفينولية وكفاءتها عن طريق التوصيل النانوي

Dr.Asmaa Mohammed Heneter

animal health research institute, Assiut, Egypt

Abstract:

The present study was designed to evaluate the activities of eight phenolic compounds. Their activities against the potential foodborne pathogen *Listeria monocytogenes* were assessed using macro dilution and spectrophotometric methods. Thymol was bactericidal at a concentration of 0.156 mg /ml. Other phenolics revealed bactericidal effect in concentration varied from 2.5 to 10.00 mg/ml. Minimum inhibitory concentration (MICs) values by spectrophotometric method were significantly different compared to visual method in some antimicrobial assays. Chitosan nanoparticles (CNPs) significantly reduced *Listeria monocytogenes* population. The nanostructured thymol CNPs capsule controlled the release of thymol. The tested phenolics have the potential to be used in development of food coating technology. Also, the formulated nano-capsule is promising in controlling the hazard of *Listeria monocytogenes* in food.

Key words: Phenolics ––thymol- *Listeria monocytogenes* – Nanoparticles encapsulation.

الملخص:

تم تصميم هذه الدراسة لتقييم أنشطة ثمانية مركبات فينولية. تم تقييم أنشطتهم ضد مسببات الأمراض المحتملة المنقولة بالغذاء Listeria monocytogenes باستخدام طرق التخفيف الكلي والقياس الطيفي. كان الثيمول مبيدا للجراثيم بتركيز 0.156 مجم / مل. كشفت الفينولات الأخرى عن تأثير مبيد للجراثيم في التركيز تراوح من 2.5 إلى 10.00 ملغم / مل. كانت قيم الحد الأدنى للتركيز المثبط (MICs) بالطريقة الطيفية مختلفة بشكل كبير مقارنة.

خفضت جسيمات الشيتوزان النانوية (CNPs) بشكل كبير من عدد الليستيريا المستوحدة. تتحكم كبسولة الثيمول CNPs ذات البنية النانوية في إطلاق الثيمول. الفينولات المختبرة لديها القدرة على استخدامها في تطوير تكنولوجيا طلاء الأغذية. أيضا ، كبسولة نانو وضعت واعدة في السيطرة على خطر الليستيريا المستوحدة في الغذاء.

الكلمات المفتاحيةالفينولات - الثيمول - الليستيريا المستوحدة - تغليف الجسيمات النانوية

Introduction

The World Health Organization (WHO) and Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group (FERG) estimated 600 million foodborne illnesses with 420,000 deaths in 2010 globally (Mustafa and Andreescu, 2018). In this respect, Listeria continue to be of the major foodborne pathogens (Sivarooban et al. 2008a, b). Furthermore, an estimated 1,600 people get listeriosis each year, and about 260 die (CDC, 2017b).

To overcome these hazards, the microbiological safety food has been a source of concern to consumers, industries and regulatory agencies all over the world (Castellano et al., 2008). The efforts in this field have led to a substantial reduction in the incidence of listeriosis, but this disease remains a major health issue. It is important to reduce the level of this pathogen to enhance the fresh produce safety and protect consumer health. For the food industry, plant antimicrobial compounds have potential use against foodborne pathogens. In fact, research has already shown the effectiveness of plant compounds against virulent foodborne pathogens (Hintz et al., 2015). Thus, WHO have recommended phenolic compounds as efficient antimicrobials (Ropers, 2019). These compounds are among the most powerful active compounds synthesized by plants and show a unique combination of chemical, biological and physiological activities (Conte et al., 2016). Among these compounds, gallic, p-coumaric acids and their derivatives as well as flavonoids gained great attention as antimicrobials (Soto-Chilaca1 et al., 2016). Among the proposed solutions, chitosan (CS) has been highlighted as one of the most promising solutions due to its nontoxicity, biocompatibility, and biodegradability (Alishahi and Aïder, 2012).

Nanotechnology begins to find applications in the field of functional foods through modified engineering of biological molecules to provide many different functions. This has opened a whole new scope of research and development (Chaudhry et al., 2008).

By help of nano-encapsulation knowledge, researchers could design new more potent antimicrobial blends, and understand the interplay between the components of crude materials (Chouhan et al., 2017). The use of charged biopolymers to stabilize nanoparticles is a recent field for investigation in food science. Of these biopolymers, chitosan is of particular interest because it's antimicrobial activity that has been studied against a wide variety of microorganisms. Given the antimicrobial characteristics of chitosan and phenolic compounds, and taking into account that both are obtained from natural sources, combining their properties may result in a matrix with enhanced effects at low cost (Soto-Chilaca1 et al., 2016). Generally, polyphenols compounds have low bioavailability due to many factors including their chemical structure, molecular weight, inadequate permeability, poor absorption, instability and low hydro solubility. Todays, nanoencapsulation is an effective approach to advance their solubility, increase bioavailability and minimize degradation process through masking the active substance inside the nanoparticulate network (Conte et al., 2016). Therefore, the purpose of this study is to:

1- Study the individual effect of some phenolic compounds against *L. monocytogenes*.

2- Investigate the trials of loading phenolics on chitosan nanoparticles on enhancing their activities in media.

1. Food as a source of *L. monocytogenes*

Meat products can act as a source of pathogenic bacteria for consumers. Pathogens could be transmitted to meat products during processing under bad hygienic conditions (Uddin et al., 2013).

1.1. *L. monocytogenes*

L. monocytogenes is an ubiquitously growing Gram positive bacterium, which occurs naturally in the terrestrial environment, fresh and salt water, livestock manure, decaying plant materials, and in many raw foods associated with these environments (Zhu et al., 2005).

In addition, processing and extensive handling of many of food products post cooking, can lead to subsequent contamination. The pathogen may be acquired from food-contact surfaces and/or by secondary contamination from site equipment; the prevalence of this type of contamination varies from very low levels to 14% (Parihar et al., 2008).

L. monocytogenes causes a disease called listeriosis, which has been associated with outbreaks by ingestion of food (Jacquet et al., 1992). The growth of *L. monocytogenes* in foods is dependent on the intrinsic characteristics of the product (e.g. pH, water activity), the extrinsic characteristics of the product (e.g. storage temperature, relative humidity) and processing techniques (e.g. cooking, non-thermal processing) used in its production (Gandhi and Chikindas, 2007). Technical reports describe that *L. monocytogenes* can grow under a wide range of growth conditions during food processing and storage, for example, at temperatures as low as −0.4 °C (Junttila et al., 1988) and over a wide range of pH values from 4.3 to 9.4 (Te Giffel and Zwietering, 1999). This observation highlights the high risk of transmission of *Listeria* spp. To this regard, *L. monocytogenes* is one of pathogens that grow well in time and temperature-abused food and may proliferate to infectious levels (Loncarevic et al., 1996).

From the gastrointestinal tract the pathogen might cause a non-invasively localized infection in the intestine or an invasive infection, which may be systemic or localized (Cruz et al., 2008). The risk is highest when growth occurs in a food before it is eaten by a susceptible population (Tompkin, 2002). *L. monocytogenes* is a relevant foodborne pathogen in public health, responsible for outbreaks of listeriosis. Listeriosis is a serious disease that can lead to death, cause gastroenteritis, pneumonia, meningitis and septicemia and mainly affect children, the elderly and immunocompromised individuals including those with cancer, diabetes, liver diseases and immunosuppressive drug users as patients undergoing organ transplants. About 17% of listeriosis cases occur in pregnant women (FDA, 2011) where they may suffer abortion or neonatal listeriosis (Rodrigues et al., 2017). According to the FDA (Food

and Drug Administration), about 2500 people suffer from listeriosis in the USA annually (FDA, 2011).

L. monocytogenes is considered an important bacterium in public health, responsible for foodborne disease that despite the low incidence, the clinical conditional is severe and the mortality rate is high, ranging between 15% and 30% of affected individuals (Azizoglu et al., 2017). It is responsible for 19% of the total deaths due to the consumption of contaminated food in the USA (Scallan et al., 2011). Also, in developing countries, this species is one of the most important causes of death from foodborne infections (Jemmi and Stephan, 2006). The CDC in the United States reported 9 confirmed listeriosis outbreaks in 2009 to 2010 which resulted in 49 outbreak-associated illnesses, 40 hospitalizations, and 9 deaths (CDC, 2013). In a meta-analysis studied conducted by Noordhout et al. (2014), it was estimated that only in 2010, about 23,150 people were stricken by listeriosis in the world, resulting in 5,463 deaths. The European Union in 2013 registered 1,743 cases of listeriosis with 15.6% mortality (EFSA, 2015). *L. monocytogenes* is potentially present in all kinds of raw materials for food production (Porsby et al., 2008).

Furthermore, contamination with *L. monocytogenes* has also led to product recalls. Therefore, *L. monocytogenes* contamination has a significant impact on food trade; it causes direct and indirect financial losses because it necessitates sample reinspection as well as analysis and review of records, which can lead to product expiration and introduce costs associated with product recalls (Norhana et al., 2010).

2. Phenolics

Plants and other natural sources can provide a huge range of complex and structurally diverse compounds. Recently, many researchers have focused on the investigation of plant and microbial extracts, essential oils, pure secondary metabolites and new synthetized molecules as potential antimicrobial agents (Mabona et al., 2013, Nazzaro et al., 2013). Essential oils and several of their derivatives possess various advantages as food antimicrobials, due to their high and broad-spectrum antimicrobial activities and low toxicities (Soto-Chilaca1 et al., 2016).

Higher plants synthesize several thousand known different phenolic compounds, and the number of those fully characterized is continually increasing. Some soluble phenolics are widely distributed, but the distribution of many other structures is restricted to specific genera or families, making them convenient biomarkers for taxonomic studies (Lattanzio, 2013).

2.1. Antimicrobial activity of phenolics

Fraenkel (1959) described phenolic compounds as they act as protective agents, inhibitors, natural animal toxicants, and pesticides against invading organisms, that is, herbivores, nematodes, phytophagous insects, and fungal and bacterial pathogens. The phenolic fraction of plant extracts has been linked to their antimicrobial activity (Proestos et al., 2006). Different types of soluble polyphenols, such as ferulic acid, gallic acid, or flavonoids, have been found to either stimulate or inhibit spore germination and hyphal growth of saprotrophic fungi (Hattenschwiler and Vitousek, 2000).The advanced research studies on bioactive compounds showed that single phenolic compounds or their combination resulted in growth inhibition of different bacterial strains (Ozdemir, 2009), namely against some micro-organisms resistant to commercial antibiotics (Alves et al., 2013).

Ravichandran et al. (2011) reported that the direct use of phenolics at 1,100 µg/mL inhibited *S.* Typhimurium by only 0 to 0.5 log cfu/mL at 48 h and required 5,000 µg/mL and incubation for 72 h to cause 1.6 to 2.9 log cfu/mL reductions. In their study, Gram positive bacteria (listeria) were found to be more sensitive to phenolics than Gram negative bacteria (*S.* Typhimurium) which are protected by an outer membrane of lipopolysaccharides that can prevent the penetration of hydrophobic compounds (Helander et al., 1998). In the respect, Ramos-Nino et al. (1996) showed that lipophilicity and degree of ionization of the phenolic acid molecule determined the extent of its anti-listerial activity. The inner and outer surfaces of the bacterial cell

membrane are hydrophilic, whereas the interior is hydrophobic, so lipophilicity of a compound affects its movement into the membrane lipid bilayer portion (McDonnell, 2007). It is expected that the antimicrobial action of phenolic compounds such as thymol and carvacrol is attributed to structural and functional damages in the cytoplasmic membrane (Sikkema et al., 1995).

In terms of electrons, hydroxyl groups present in polyphenols induce their delocalisation and act as protons exchangers. This causes lessening of pH gradient around the cell membrane, followed by the removal of ATP and finally microbial cell death (Pisoschi et al., 2017). In other words, Ultee et al. (2002) hypothesized that the hydroxyl group and the presence of a system of delocalized electrons are important for the antimicrobial activity of phenolic compounds, such as carvacrol and thymol. Such a particular structure would allow compounds to act as proton exchanger, thereby reducing the gradient across the cytoplasmic membrane. The resulting collapse of the proton motrice force and depletion of the ATP pool lead eventually to cell death. Moreover, Dey et al. (2012) found that Polyphenols can interact with the sulfhydryl groups of the soluble and extracellular microbial proteins and inhibit their activities. Another mode of action explained that the antimicrobial activity of polyphenolic compounds might be due to their ability to form a complex with bacterial cell wall thus inhibiting the microbial growth (Sivapriya et al., 2011). There is some evidence that the sites and number of hydroxyl groups on the phenolic ring are related to the degree of toxicity to microorganisms, with increased hydroxylation resulting in increased toxicity. It has also been suggested that higher oxidation confers greater inhibition (Cowan, 1999). Several mechanisms have been proposed for cellular toxicity caused by diffusion of phenolic compounds. These include enzyme inhibition, nonspecific interactions with the proteins, membrane destabilization, loss of integrity and leakage of cell constituents (Johnston et al., 2003).

Phenol (carbolic acid) is one of the oldest antiseptic agents. It is bacteriostatic at concentrations of 0.1%–1% and is bactericidal/ fungicidal at 1%–2%. Five percent of phenol solution kills anthrax spores in 48 h. The bactericidal activity is enhanced by EDTA and warm temperatures; it is decreased by alkaline medium (through

ionization), lipids, soaps, and cold temperatures. Phenol has good penetrating power into organic matter and is mainly used for disinfection of equipment or organic materials that are to be destroyed (e. g, infected food and excreta) (Wickstrom, 2015). Phenolics' antimicrobial activity (Ozen et al., 2011) emerging with potential against multi resistances. Their increasing prevalence is one of the major challenges for the healthcare systems worldwide (Alves et al., 2013).

3. Chitosan

Chitosan is one of mucopolysaccharides of marine origin, being biodegradable, biocompatible and having low toxicity (Eom et al., 2016). Furthermore, chitosan offers the advantage of easy chemical modifications on account of the primary amino group at the 2-position of each polymer subunit with other biological activities (Satheeshababu and Shivakumar, 2013). Therefore, the development of novel chitosan derivatives with functional properties is increasingly in demand (Alves and Mano, 2008).

Chitosan exhibits some antimicrobial activity against fungi, algae, and some bacteria. Antimicrobial efficacy is influenced by the type of chitosan, molecular weight, and environmental conditions. It has been suggested that chitosan interacts with negatively charged microbial cell membranes, leading to cellular leakage. The polymer also acts as a chelating agent that binds trace metals, inhibiting toxin production and microbial growth (Hintz et al., 2015).

Additional antimicrobial agents can be applied to chitosan films, releasing the biopreservatives in a controlled manner onto the food to inhibit microbial growth (Hintz et al., 2015). Besides, it has high affinity for associating macromolecules which could protect foods against enzymatic and hydrolytic degradation (Keawchaoon and Yoksan, 2011). Another advantage, it may be used in various food preservation applications, such as direct addition of chitosan to food, direct application of chitosan films or coatings to food surface, addition of chitosan sachets to packages, and use of

chitosan incorporated into packaging materials (Dufresne et al., 1999). That polymer also can serve in food systems as a nutritive (Gallaher et al., 2002), protective films (Jeon et al., 2002), texturizing (Benjakul et al., 2003), binding action (No et al., 2000); and antioxidant (Kamil et al., 2002). Furthermore, chitosan coatings act as an oxygen barrier and thus inhibit the growth of aerobic bacteria (Devlieghere et al., 2004).

4. Loading of thymol on chitosan nanoparticles and their antimicrobial activities

Nanotechnology may be able to create many new materials with a vast range of applications. The interesting and sometimes unexpected properties of nanoparticles are largely due to the huge surface area of the material accompanied usually by an increase in stability and improved functionality which dominates the contributions made by the small bulk of the material (Krishna et al., 2010) so, nanostructured materials and devices have different properties than their counterparts in a larger scale. Some of these properties make new products possible (Roco, 2004). The major differences between nanomaterials and bulk materials are the changes in physicochemical (e.g., porosity), optical, mechanical and catalytic properties. Other differences are also observed in the strength, absorption, function, weight, and stabilization of materials (Cockburn et al., 2012). It is known that chitosan has good antibacterial and antifungal properties (Hosseinnejad and Jafari, 2016; Muxika et al., 2017) but, has weak mechanical properties and limited water vapour barriers (Abugoch et al., 2011; Kerch, 2015). While NPs have a tortuosity effect on the films due to the hydrogen bonding between them and the film matrix (Duncan, 2011). It has been proven that the incorporation of essential oils significantly increased the antibacterial and antifungal efficacy of chitosan films and coatings in vitro (Kerch, 2015). However, a high thymol concentration is needed to depolarize the cytoplasmic membrane (Pan et al., 2014). Poor water solubility limits both its homogeneous distribution in the environment and contact with pathogens. Furthermore, its susceptibility to heat treatment and storage, the relatively high flavor effect and the low flavor threshold cause deterioration of food organoleptic quality which limits its

use in foods. Insolubility of thymol in water limits its use in food systems and its bioavailability in body. To overcome these problems, thymol was encapsulated in CS nanocarriers using ionic gelation method (Çakır et al., 2020).

Nanoencapsulation may be a suitable approach for protecting hydrophobic bioactive compounds against unfavorable conditions and increasing their bioavailability. Another advantage of the nanoencapsulation process is that it enables controlled release of bioactive compounds. It is also useful for masking undesired tastes in foods (Aytac et al., 2017). Nanoencapsulation of thymol is an alternative way to increase its shelf life and to protect its functional properties. There are a limited number of studies using thymol as a bioactive component in nanoparticles (Çakır et al., 2020). A process resulting in the formation of small capsules with many useful properties by surrounding droplets of the bioactive in nature with a coating, or embedding them in a homogeneous or heterogeneous matrix is called encapsulation (Sagalowicz and Leser, 2010). Encapsulation may retard or even prevent thermo-oxidation reactions, leading to a widening of the intended range of enrichment purposes for food commodities (Soltani and Madadlou, 2015). At present, there has been an enormous attention to the development of nano-sized formulations of bioactive compounds since their subcellular size offers significant advantage over conventional encapsulation system in term of relatively higher intracellular uptake along with high specificity, high drug carrying capacity, release from the large surface area, leading to an extended biological activity (Pal et al., 2011). Nanocapsules can carry the active substance also on their surfaces or imbedded into the layer. The cavity contains the active substances both in liquid or solid form (Khoee and Yaghoobian, 2009). Nanocapsules exhibit a core-shell structure in which the drug is confined within a cavity surrounded by a polymer membrane (Anton et al., 2008). Encapsulation provides an effective tool to achieve the satisfactory sensory characteristics while preserving antioxidant and antimicrobial activities. The strong odor of the antibacterial substance was reasonably prevented through nanoencapsulation especially at higher concentrations (Ghaderi-Ghahfarokhi et al., 2017).

Nanoencapsulation of bioactive compounds represents a viable and efficient approach to increase the physical stability of active substances, protecting them from interactions with food ingredients, and because of their sub-cellular size, increasing their bioactivity. In the case of antimicrobials, encapsulation can increase the concentration of the bioactive compounds in food areas where microorganisms are preferably located, for example water-rich phases or liquid-solid interfaces (Weiss et al., 2009). Encapsulation simultaneously increases the antimicrobial potency of antimicrobials by controlled/sustained release and facilitating close interaction with the microorganisms (Chouhan et al., 2017). The formation of nanoparticles and nano-capsules of phenolic compounds has great potential to improve the effectiveness and efficiency of their release in food systems (Soto-Chilaca1 et al., 2016). Incorporation of antimicrobial compounds into edible coating as an alternative to their direct application onto the food surface has the advantage of gradual release of the antimicrobial compound from the antimicrobial edible coating leading to a reduction of added antimicrobial and to reduced sensory changes. Antimicrobial compounds within antimicrobial edible coating are less exposed to interaction with food surface components than those added directly to the surface and thus maintaining their activity (Coma, 2008). Currently, the value of functional foods and bioactive compounds is increasing due to consumer awareness and consciousness. However, many of these compounds are very sensitive to environmental factors, such as oxygen, light, and temperature (Alishahi et al., 2011). Encapsulation is used to entrap active components and release them under controlled conditions (Deladino et al., 2008). Numerous materials are encapsulated for use in the food industry such as vitamins, antioxidants and colorants (Shahidi and Han, 1993). Chitosan can act as an encapsulating agent due to its nontoxicity, biocompatibility, mucus adhesiveness, and biodegradability (Alishahi et al., 2011).

Natural nanoencapsulating materials include polymers such as chitosan, alginates, cyclodextrins, and phospholipids (Hu et al., 2013). Chitosan nanoparticles have been of considerable interest, due to their unique spectrum of properties, such as biocompatibility, biodegradability, metal complexation, and antibacterial activity. The

development of chitosan nanoparticles has been achieved through preparation methods that involve manipulation in an aqueous medium, thus avoiding using organic solvents (Grenha et al., 2010). Chitosan has received a lot of interest for encapsulation of active compounds in order to improve the efficiency of active agents and reduce the costs of production. Furthermore, chitosan nanoparticles have been prepared to improve their antimicrobial activity (Qi et al., 2004). Chitosan, one of the most versatile materials for nanoencapsulation, has been extensively studied as a biopolymer in the development of nanomaterials for use in food systems due to its biocompatibility, biodegradability, mucoadhesiveness as well as non-immunogenic and non-toxic nature (Su et al., 2010).

The preliminary antibacterial studies (minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC)) done on some Gram positive and Gram negative bacteria revealed that chitosan nanoparticles have no antibacterial effect in concentrations lower than 0.3 % (Ghaderi-Ghahfarokhi et al., 2017). It is recorded that chitosan nanoparticles were more efficient than chitosan solution at enhancing drug activity (Ma et al., 2005). By the regard, the larger surface area of nanoparticles has caused better distribution and potency of packaged phenolic molecules (Redhead et al., 2001). Besides, Abdou et al. (2012) also recorded that chitosan nanoparticles had higher antimicrobial effect than chitosan. Meanwhile, Zhang et al. (2007) reported that the antimicrobial activity of nanoparticles increased with decreasing particle size.

The nanoencapsulation of polyphenols contributed to improve the characteristics of the product (Ciobanu et al., 2012). Nanoparticles containing phenolics showed higher log reductions of *L. monocytogenes* compared with that by the same concentration of individual phenolics at 1,100 µg/mL. Phenolics when tested alone exhibited mild inhibitory effects. These responses could have been due to time dependent losses of potency of phenolics and lower concentration of phenolic compounds than their MIC. At 48 h, the phenolics in nanoparticles continued to effectively inhibit pathogens and to a higher extent than the individual phenolics at the same concentration (1,100 µg/mL). The antimicrobial efficacy of the

nanoparticles containing phenolics increased during their incubation between 24 to 48 h while phenolics alone did not show significant increase in antimicrobial activity between 24 and 48 h. These results suggest that nanoparticles can be used as a novel delivery system for phenolic compounds at levels lower than originally required for enhanced antimicrobial efficacy (Ravichandran et al., 2011). The interaction of phenolics with medium components probably caused a loss of potency with time that necessitated application of higher concentrations of individual phenolics (Lapidot et al., 2002). When packaged in nanoparticles, these phenolics would be protected from the media components, reducing the undesired interactions and thus retaining the potency of phenolic compounds (Ravichandran et al., 2011).

Conclusion

Consumer demand for natural food ingredients is increasing. Phenolics are group of compounds that can meet this demand. Because of their safety and availability, phenolic compounds can replace the chemical additives in foods and are perceived to be safer and claimed to alleviate safety concerns. As methodology is an important step in studying the antimicrobial application of phenolics against foodborne pathogens, the present study revealed that in most assays there was no significant difference of spectrophotometric evaluation antimicrobial activity of phenolics compared to visual method. The results obtained allow us to conclude that most of the phenolic compounds evaluated possessed in vitro inhibitory and bactericidal activities against *L. monocytogenes*. Thymol exhibited a great activity against *L. monocytogenes* at low concentration. That makes it suitable to control *L. monocytogenes* in food systems. In the present study, chitosan revealed potential activity against *L. monocytogenes.*

Also, the current study has shown a promising potency of phenolics delivered by nanoparticles. Thymol loaded chitosan nanoparticles has a potent antibacterial effect on *L. monocytogenes.*

Recommendations

Spectrophotometric methods still hindered with solubility. Further studies are required to improve solubility of some phenolics as well as stating suitable wave length matched their colors. The results of this study support the search directions aiming to formulation of nanoparticles based on chitosan as a carrier. Furthermore, a better understanding of the antimicrobial properties and the observed differences in meat system can be obtained from future studies of release kinetics of phenolics from nanoparticles and their action. Despite of their activity against potential pathogens at low concentrations, thymol and thymol loaded chitosan nanoparticles require further toxicological studies regarding the daily intake before application as microbial hurdles in food. Also their safe application requires extensive study for their behavior with constituents of foods of animal origin.

References

Abdou, E. S.; Osheba, A. S. and Sorour, M. A. (2012): Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles as active coating on microbiological characteristics of fish fingers. Internat. J. Appl. Sci. Techn. 2 (7) 158-169.

Abugoch, L. E.; Tapia, C.; Villaman, M. C.; Yazdani-Pedram, M. and Diaz-Dosque, M. (2011): Characterization of quinoa protein-chitosan blend edible films. Food Hydrocolloids. 25 (5) 879–886. [https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.08.008]

Alishahi, A. and Aïder, M. (2012): Applications of chitosan in the seafood industry and aquaculture: A review. Food Bioprocess Technol. 5:817–830.

Alishahi, A.; Mirvaghefi, A.; Rafie-Tehrani, M.; Farahmand, H.; Shojaosadati, S. A.; Dorkoosh, F. A. andElsabee, M. Z. (2011): Shelf life and delivery enhancement of vitamin C using chitosan nanoparticles. Food Chem. 126: 935–940.

Alves, M. J.; Ferreira, I. C. F. R.; Froufe, H. J. C.; Abreu, R. M. V.; Martins, A. and Pintado, M. (2013): Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies. J. Appl. Microbiol. 115(2) 346–357.

Alves, N. M. and Mano, J. F. (2008): Chitosan derivatives obtained by chemical modifications for biomedical and environmental applications. Int. J. Biol. Macromol. 43: 401–414

Anton, N.; Benoit, J. P. and Saulnier, P. (2008): Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates-a review. J. Cont. Release. 128: 185-199.

Aytac, Z.; Ipek, S.; Durgun, E.; Tekinay, T. and Uyar, T. (2017): Antibacterial electrospun zein nanofibrous web encapsulating thymol/cyclodextrin-inclusion complex for food packaging. Food Chem. 233:117–124. [https://doi.org/10.1016/j.foodchem]

Azizoglu, R. A.; Gorski, L.; Kathariou, S. (2017): Listeria and produce: A troublesome liaison! Available online: [http://www.newfoodmagazine.com/advent-calendar/listeria-and-produce/]

Çakır, M. A.; Icyer, N. C. and Tornuk, F. (2020): Optimization of production parameters for fabrication of thymol-loaded chitosan nanoparticles. International J. Biological Macromolecules 151:230–238. [http://www.elsevier.com/locate/ijbiomac.]

Castellano, P.; Belfiore, C.; Fadda, S. and Vignolo, G. (2008): A review of bacteriocinogenic lactic acid bacteria used as bioprotective cultures in fresh meat produced in Argentina. Meat Sci. 79:483-499. [doi:10.1016/j.meatsci.2007.10.009]

CDC "Centers for Disease Control and Prevention" (2013): Surveillance for foodborne disease outbreaks, United States, 2009–2010.MMWR 62(03) 41– 7.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2017b): Listeria (Listeriosis). [https://www.cdc.gov/]

Chaudhry, Q.; Scotter, M.; Blackburn, J.; Ross, B.; Boxal, A. L.; Castle, L.;Aitken, R. J. andWatkins, R.(2008): Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. Food Add. Contaminants: Part A. 25 (3) 241-258.

Chouhan, S.; Sharma, K. and Guleria, S. (2017): Antimicrobial activity of some essential oils—Present status and future perspectives. Medicines, 4 (3) 58; [doi:10.3390/medicines4030058.]

Ciobanu, A.; Mallard, I.; Landy, D.; Brabie, G.; Nistor, D.; Fourmentin, S. (2012): Inclusion interactions of cyclodextrins and crosslinked cyclodextrin polymers with linalool and camphor in lavandula angustifolia essential oil. Carbohydr. Polym. 87: 1963–1970.

Cruz, C. D.;Martinez, M. B. and Destro, M. T. (2008):*Listeria monocytogenes*: um agente infeccioso ainda pouco conhecido no Brasil. Alimentos e Nutrição. 19 (2) 195-206. Avaliable from: [http://servbib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/247/2]

Cockburn, A. R.; Bradford, N.; Buck, A.; Constable, G. and Edwards, B. (2012): Approaches to the safety assessment of engineered nanomaterials (ENM) in food. Food Chem. Toxicol. 50: 2224-2242.

Coma, V. (2008): Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. Meat Sci.. 78(1-2)90–103.

Conte, R.; Calarco, A.; Napoletano, A.; Valentino, A. and Margarucci, S. (2016): Polyphenols nanoencapsulation for therapeutic applications. J. Biomol. Res. Ther. 5(2) 139.

Cowan, M. M. (1999): Plant products as antimicrobial agents. Clinical microbiology reviews. 12 (4) 564–582.

Deladino, L.; Anbinder, P. S.; Navarro, A. S. and Martino, M. N. (2008): Encapsulation of natural antioxidants extracted from Ilex paraguariensis. Carbohydrate Polymer. 71:126–134.

Dey, D.; Debnath, S.; Hazra, S.; Ghosh, S.; Ray, R. and Hazra, B. (2012): Pomegranate pericarp extract enhances the antibacterial activity of ciprofloxacin against extended-spectrum b-lactamase (ESBL) and metallo- b-lactamase (MBL) producing Gram negative bacilli. Food Chem. Toxicol. 50: 4302–4309.

Duncan, T. V. (2011): Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. J. Colloid Interface Sci. 363 (1) 1–24. [https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.07.017.]

EFSA (European Food Safety Authority) (2015): Scientific report of EFSA. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. EFSA J., v.13, 162p., 2015. Available from: https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3991 >. Accessed: May 22, 2016. doi: 10.2903/j.efsa.2015.3991. [Links]

Eom, S. H.; Kang, S. K.; Lee, D. S.; Myeong, J. I.; Lee, J. H.; Kim, H. W.; Kim, K. H.; Je, J. Y.; Jung, W. K. and Kim, Y. M. (2016): Synergistic antibacterial effect and antibacterial action mode of chitosan-ferulic acid conjugate against methicillin-resistant Staphylococcus aureus. J. Microbiol. Biotechnol. 26: 784–789.

FDA (Food and Drug Administration) (2011): Food safety for pregnant women. 2011. Available online: [http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/peopleatrisk/ucm312704.htm]

Fraenkel, G. (1959): The raison d'eˆtre of secondary plant substances. Science 129:1466–1470.

Gandhi, M. and Chikindas, M. L. (2007): *Listeria*: a foodborne pathogen that knows how to survive. International J. of Food Microbiology. 113 (1) 1–15.

Ghaderi-Ghahfarokhi, M.; Barzegar, M.; Sahari, M. A.; Gavlighi, H. A. and Gardini, F. (2017): Chitosan-cinnamon essential oil nano-formulation: Application as a novel additive for controlled release and shelf life extension of beef patties. Internat. J. Biological Macromolecules. 1-32.

Grenha, A.; Gomes, M. E.; Rodrigues, M.; Santo, V. E.; Mano, J. F.; Neves, N. M. and Reis, R. L. (2010): Development of new chitosan/carrageenan nanoparticles for drug delivery application. J. Biomed. Materials Res. - part A. 92: 1265-1272.

Hattenschwiler, S. and Vitousek, P. M. (2000): The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. Trends Ecol Evol 15:238–243.

Helander, I. M.; Alakomi, H.-L.; Latva-Kala, K.; Mattila-Sandholm, T.; Pol, I.; Smid, E. J.; Gorris, L. G. M. and Wright, A. V. (1998): Characterisation of the action of selected essential oil components on Gramnegative bacteria. J. Agric. Food Chem. 46, 3590–3595.

Hintz, T.; Matthews, K. K. and Di, R. (2015): The use of plant antimicrobial compounds for food preservation. BioMed Res. Internat. Article ID 246264, 12 pages [http://dx.doi.org/10.1155/2015/246264.]

Hosseinnejad, M. and Jafari, S. M. (2016): Evaluation of different factors affecting anti-microbial properties of chitosan. Int. J. Biol. Macromol. 85: 467–475. [https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.022.]

Hu, B.; Ting, Y.; Zeng, X. and Huang, Q. (2013): Bioactive peptides/chitosan nanoparticles enhance cellular antioxidant activity of (-)-epigallocatechin-3-gallate. J. Agric. Food Chem. 61: 4:875–881.

Jacquet, C.; Catimel, B.; Brosch, R.; Buchrieser, C.; Dehaumont, P.; Goulet, V.; Lepoutre, A.; Veit, P. and Rocourt, J. (1992): Investigations related to the epidemic strain involved in the French listeriosis outbreak in 1992. Appl. Environmental Microbiology. 61 (6) 2242–2246

Jemmi, T. and Stephan, R. (2006): *Listeria monocytogenes*: food-borne pathogen and hygiene indicator. Rev – Off Intl Epizoot 25: 571– 80.

Johnston, M. D.; Hanlon, G. W.; Denyer, S. P. and Lambert, R. J. W. (2003): Membrane damage to bacteria caused by single and combined biocides. J. Appl. Microbiol. 94: 1015–1023.

Junttila, J. R.; Niemelä, S. I. and Hirn, J. (1988): Minimum growth temperature of *Listeria monocytogenes* and non-haemolytic listeria. J. Appl. Bacteriol. 65: 321–327

Keawchaoon, L. and Yoksan, R. (2011): Preparation, characterization and in vitro release study of carvacrol-loaded chitosan nanoparticles. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 84: 163-171.

Kerch, G. (2015): Chitosan films and coatings prevent losses of fresh fruit nutritional quality: a review. Trends Food Sci. Technol. 46 (2) 159–166. [https://doi.org/10. 1016/j.tifs.2015.10.010.]

Khoee, S. and Yaghoobian, M. (2009): An investigation into the role of surfactants in controlling particle size of polymeric nanocapsules containing penicillin-G in double emulsion. Eur. J. Med. Chem. 44: 2392-2399.

Krishna, S. A.; Amareshwar, P. and Chakravarty, P. (2010): Chitosan nanoparticles as a drug delivery system. Res. J. Pharm. 1, 474.

Lattanzio, V. (2013): Phenolic compounds: Introduction. In book: Natural products, Chapter: 50. Publisher: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Editors: K.G. Ramawat, J. M. Me´rillon, pp.1543-1580. [DOI: 10.1007/978-3-642-22144-6_57.]

Loncarevic, S.; Tham, W. and Danielsson-Tham, M. L. (1996): Prevalence of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* spp. in smoked and ―gravid‖ fish. Act Vet. Scand 37: 13– 8.

Ma, Z.; Lim, T. M. and Lim, L-Y. (2005): Pharmacological activity of peroral chitosan–insulin nanoparticles in diabetic rats. Int. J. Pharm. 2005; 293 (1-2): 271-80. [doi:10.1016/j.ijpharm.2004.12.025.]

Mabona, U.; Viljoen, A.; Shikanga, E.;Marston, A. and Vuuren, S. V.(2013): Antimicrobial activity of Southern African medicinal plants with dermatological relevance: from an ethno pharmacological screening approach, to combination studies and the isolation of a bioactive compound. J. Ethnopharmacol. 148 (1) 45–55. [DOI: 10.1016/j.jep.2013.03.056]

McDonnell, G. E. (2007): Mechanisms of action. In antisepsis, disinfection and sterilization: Types, action and resistance (G. E. McDonnell, ed.) pp. 217– 251, ASM, Washington D.C., DC.

Mustafa, F. and Andreescu, S. (2018): Chemical and biological sensors for food-quality monitoring and smart packaging foods. 7: 168; 1-20.

Muxika, A.; Etxabide, A.; Uranga, J.; Guerrero, P. and De la Caba, K. (2017): Chitosan as a bioactive polymer: processing, properties and applications. Int. J. Biol. Macromol. 105: 1358–1368. [https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.]

Nazzaro, F.; Fratianni, F.; De Martino, L.;Coppola, R. and De Feo, V.(2013): Effect of essential oils on pathogenic bacteria. Pharmaceuticals 6 (12) 1451–1474. [doi: 10.3390/ph6121451.]

Noordhout, C. M.; Devleesschauwer, B.; Angulo, F. J.; Verbeke, G.; Haagsma, J.; Kirk, M.; Havelaar, A. and Speybroeck, N. (2014): The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis. Lancet, v. 16.:110, [http://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS14733099(14)70870]

Norhana, M. N. W.; Poole, S. E.; Deeth, H. C. and Dykes, G. A. (2010): Prevalence, persistence and control of salmonella and Listeria in shrimp and shrimp products: a review. Food Control. 21: 343– 61.

Ozdemir, Z. (2009): Growth inhibition of *Clavibacter Michiganesis* subsp and *Pseudomonas Syrigae* pv tomato by olive mill waste waters and citric acid. J. of plant pathology, 91:1–221

Ozen, T.; Darcan, C.; Aktop, O. and Turkekul, I. (2011): Screening of antioxidant, antimicrobial activities and chemical contents of edible mushrooms wildly grown in the Black Sea region of Turkey. Comb Chem. High Throughput Screen 14: 72– 84.

Pal, S. L.; Jana, U.; Manna, P.; Mohanta, G. and Manavalan, R. (2011): Nanoparticle: An overview of preparation and characterization, (2011). J. Appl Pharm Sci. 1(6) 228-234.

Pan, K.; Chen, H. Q.; Davidson, P. M. and Zhong, Q. X. (2014): Thymol nanoencapsulated by sodium caseinate: physical and antilisterial properties. J. Agric. Food Chem. 62 (7) 1649–1657. [https://doi.org/10.1021/jf4055402.]

Parihar, V. S.; Lopez-Valladares, G.; Danielsson-Tham, M. L.; Peiris, I.; Helmersson, S.; Unemo, M.; Andersson, B.; Arneborn, M.; Bannerman, E.; Barbuddhe, S.; Bille, J.; Hajdu, L.; Jacquet, C.; Johansson, C.; Lofdahl, M.; Mollerberg, G.; Ringberg, H.; Rocourt, J.; Tjernberg, I.; Ursing, J.; Henriques-Normark, B. and Tham, W. (2008): Characterization of human invasive isolates of *Listeria monocytogenes* in Sweden 1986–2007. Foodborne Pathog. Dis. 5: 755– 61.

Pisoschi, A. M.; Pop, A.; Georgescu, C.; Turcus_, V.; Olah, N. K. and Mathe, E. (2017): An overview of natural antimicrobials role in food. Eur. J. Med. Chem. 143, 922–935.

Porsby, C. H.; Vogel, B. F.; Mohr, M. and Gram, L. (2008): Influence of processing steps in cold-smoked salmon production on survival and growth of persistent and presumed non-persistent *Listeria monocytogenes*. International J. Food Microbiology, 122 (3) 287-295.

Proestos, C.; Boziaris, I. S.; Nychas, G.-J. E. and Komaitis, M. (2006): Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. Food Chem. 95 (4) 664-671.

Qi, L.; Xu, Z.; Jiang, X.; Hu, C. and Zou, X. (2004): Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. Carbohydrate Res. 339 (16) 2693-2700.

Ramos-Nino, M. E.; Clifford, M. N. and Adams, M. R. (1996): Quantitative structure activity relationship for the effect of benzoic acids, cinnamic acids and benzaldehydes on *Listeria monocytogenes*. J. Appl. Bacteriol. 80: 303– 310.

Ravichandran, M.; Hettiarachchy, N. S.; Ganesh, V.; Ricke, S. C. and Singh, S. (2011): Enhancement of antimicrobial activities of naturally occuring phenolic compounds by nanoscale delivery against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* Typhimurium in broth and chicken meat system. J. Food Safety. 31(4) 462–471.

Redhead, H. M.; Davis, S. S. and Illum, L. (2001): Drug delivery in poly (lactide-co-glycolide) nanoparticles surface modified with poloxamer 407 and poloxamine 908: In vitro characterisation and in vivo evaluation. J. Control. Release 70: 353– 363.

Roco, M. (2004): Nanoscale science and engineering: Unifying and transforming tools. AIChE J. 50 (5) 1023-1031.

Rodrigues, C. S.; Cordeiro de Sá, C. V. G. and Barros de Melo, C. (2017): An overview of *Listeria monocytogenes* contamination in ready to eat meat, dairy and fishery foods. Sci. ELO Analytics J. 47 (2) On-line version ISSN 1678-4596. [ttp://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160721]

Ropers, M. H. (2019): Nanomaterials and food security: The next challenge for consumers, food industries and policies. Food Science Encyclopedia of Food Security and Sustainability. 2: 575-581.

Sagalowicz, L. and Leser, M. E. (2010): Delivery systems for liquid food products. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 15: 61–72.

Satheeshababu, B. K. and Shivakumar, K. L. (2013): Synthesis of conjugated chitosan and its effect on drug permeation from transdermal patches. Indian J. Pharm. Sci., 75: 162.

Scallan, E.; Hoekstra, R. M.; Angulo, F. J.; Tauxe, R. V.; Widdowson, M. A.; Roy, S. L.; Jones, J. L. and Griffin, P. M. (2011): Foodborne illness acquired in the United States—Major pathogens. Emerg. Infect. Dis. 17 (1) 7–15.

Shahidi, F. and Han, X. (1993): Encapsulation of food ingredients. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 33: 501–547.

Sikkema, J.; De Bont, J. A. M. and Poolman, B. (1995): Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. Microbiol. Rev. 59: 201–222.

Sivapriya, M.; Dinesha, R.; Harsha, R.; Gowda, S. S. T. and Srinivas, L. (2011): Antibacterial activity of different extracts of sundakai (*Solanum torvum*) fruit coat. Int. J. Biol. Chem. 6: 61

Sivarooban, T.; Hettlarachchy, N. S. and Johnson, M. G. (2008a): Transmission electron microscopy study of *Listeria monocytogenes* treated with nisin in combination with either grape seed or green tea extract. J. Food Prot. 71: 2105– 2109.

Sivarooban, T.; Hettlarachchy, N. S. and Johnson, M. G. (2008b): Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films. Food Res. Int. 41: 781– 785.

Soltani, S. and Madadlou, A. (2015): Gelation characteristics of the sugar beet pectin solution charged with fish oil-loaded zein nanoparticles. Food Hydrocoll. 43: 664–669

Soto-Chilaca1, G. A.; Ramírez-Corona1, N.; Palou1, E. and López-Malo, A. (2016): Food antimicrobial agents using phenolic compounds, chitosan, and related nanoparticles. J. Food Bioengineering and Nanoprocessing. 1(2) 165 – 181.

Su, Z. Q.; Zhang, H. L.; Wu, S. H.; Tao, Y. and Zang, L. Q. (2010): Preparation and characterization of water-soluble chitosan nanoparticles as protein delivery system, J. Nanomater. [https://doi.org/10.1155/2010/898910.]

Te Giffel, M. C. and Zwietering, M. H. (1999): Validation of predictive models describing the growth of *Listeria monocytogenes*. Int. J. Food Microbiol. 46: 135–149.

Tompkin, R. B. (2002): Control of *Listeria monocytogenes* in the food-processing environment. J. of Food Protection 65 (4) 709-725.

Uddin, G. M.; Larsen, M. H.; Guardabassi, L. and Dalsgaard, A. (2013): Bacterial flora and antimicrobial resistance in raw frozen cultured seafood imported to Denmark. J. Food Protect. 76 (3) 490-499.

Ultee, A.; Bennik, M. H. J. and Moezelaar, R. (2002): The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food borne pathogen *Bacillus cereus*. Appl. Environ. Microbiol. 68, 1561– 1568.

Weiss, J.; Gaysinksy, S.; Davidson, M. and McClements, J. (2009): Nanostructured encapsulation systems: food antimicrobials. In IUFoST world congress book: Global issued in food science and technology G.V. Barbosa-Cánovas, A. Mortimerm D. Lineback, W.Spiess, and K. Buckle, eds. (Elsevier) pp.425-479.

Wickstrom, M. L. (2015): Phenols and related compounds. Vet Manual. [https://www.msdvetmanual.com/pharmacology/antiseptics-and]

Zhang, L.; Jiang, Y.; Ding, Y.; Malcolm, P. and David, Y. (2007): Investigation into the antibacterial behavior of suspensions of ZnO nanoparticles (ZnO nanofluids). J. Nanoparticle Res. 9: 479–489.

Zhu, M.; Du, M.; Cordray, J. and Ahn, DU. (2005): Control of *Listeria monocytogenes* contamination in ready-to-eat meat products. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 4: 34– 42.

المركز الديمقراطي العربي
للدراسات الاستراتيجية، الاقتصادية والسياسية
Democratic Arabic Center
for Strategic, Political & Economic Studies

المؤتمر الدولي العلمي:

استخدامات تقنية النانوتكنولوجي: مقاربات متعددة التخصصات

Uses of nanotechnology: multidisciplinary approaches

أ.عمار شرعان، رئيس المركز الديمقراطي العربي، برلين، ألمانيا

التنسيق والنشر: د.حنان طرشان

رقم تسجيل الكتاب

ISBN .978-3-68929-013-9

مارس/آذار 2024