جامعـــة المنصـــورة
كليـــة الحقـــوق
قسم القانون المدني

مخاطر تقنية النانو بتن البيئة والمستهلك وأبعاد المسئولية القانونية

بحـــــث

من متطلبات استكمال رسالة الدكتوراه

مقدم من الباحث

محمد حمزة عبد السلام محمد

إشراف

الأستاذ الدكتور

ثروت عبد الحميد عبد الحليم
أستاذ القانون المدني
كلية الحقوق - جامعة المنصورة

مقدمة

العلم بحر واسع وعجلة العلم في تقدم مستمر ولا تقف أبدًا . لذلك نجد كل يوم جديد في المجالات كافة ، ومما لا ريب فيه أن تقنية النانو أضحت موضوع العلم الحديث ومحور اهتمامه وغدت في طليعة المجالات الأكثر أهمية في الفيزياء والكيمياء وعلم الأحياء وغيرها ([1]) . لا نبالغ في القول بأن آخر ما توصل إليه العقل البشرى في القرن الحادي والعشرين هي تقنية النانو ، إن التطورات العلمية السريعة هي من أبرز المميزات لهذا العصر عصر التكنولوجيا حيث تسعى كل دولة على تشجيع ودعم أحدث التكنولوجيات الحديثة في مجالات عديدة ، ومن أهم هذه التكنولوجيات المعاصرة " تقنية النانو " وتسمى بالإنجليزية " Nano technology" . هذه العبارة أصبحت تتردد كثيرًا في الجامعات ومراكز البحوث العلمية بالرغم من التأخر في التحكم في هذه التقنيات في العالم العربي . وقد اختلفت التعريفات حول تقنية النانو وتاريخ نشأة هذه التقنية وأهميتها ومميزاتها وخصائصها ونتيجة لذلك فإن آثار استخدام تقنية النانو على المدى الطويل غير معروفة حتى الآن ، فالنسبة لجسم الإنسان لا يمكن الجزم بنتائج دخول بعض المواد النانوية إليه فقد تؤدى إلى تأثيرات سامة مما يؤثر سلبًا على الجسم البشرى بشكل عام ، إلا أنها أثارت العديد من المخاوف بسبب المخاطر التي تنتج عنها والتي قد تلحق أضرارًا بالمستهلك .

أهمية الدراسة :

١- التعرف على المفاهيم والمصطلحات وتاريخ ونشأة تقنية النانو .
٢- التعرف على أهمية تقنية النانو ومميزاتها وخصائصها .
٣- التعرف على واقع النانو وأثره السلبى والإيجابي على المستهلك .
٤- دراسة الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو .

أهداف الدراسة :

١- بيان المصطلحات الخاصة بتقنية النانو .
٢- توضيح فكرة تكنولوجيا النانو ومدى تأثيرها على صحة الإنسان والبيئة .
٣- بيان الجوانب السلبية والإيجابية لتقنية النانو .
٤- التعرض لأبعاد المسئولية القانونية عن أضرار تقنية النانو .

منهج الدراسة :

١- المنهج "الوصفي التحليلي " : " المنهج الوصفي " : يقوم على جمع المعلومات والبيانات التي يتم جمعها حول تكنولوجيا النانو من المصادر المتاحة .
٢- المنهج " الاستقرائي والتحليلي المقارن " :" المنهج الاستقرائي النظري" : يتم من خلال الوقوف على المعطيات والبيانات المتعلقة بتكنولوجيا النانو .
" المنهج " التحليلي المقارن " : يتم من خلال تحليل العلاقة بين تقنية النانو واستخداماتها .

[1] - معزوز ، إيمان ، ربيع معزوز ، خليل إيمان ، حماية المستهلك من تقنية النانو ، بحث منشور في كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخورة استخدام النانو ، يومي ١٠ ،١١ جوان ٢٠١٩ ، الجزء الثاني ، الجزائر ، منشورات مخبر المحاسبة ، المالية ، الجباية والتأمين ، جامعة العربي بن مهيدي ، أم البواقي ، ص٩٥٢ .

إشكالية الدراسة :

١- ما المقصود بتقنيات النانو تكنولوجي .

٢- ما هي المخاطر المتوقعة لاستخدام تقنية النانو على مستقبل الإنسان والأسرة الدولية ؟

٣- إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو .

فرضية الدراسة :

١- تتمثل في أن سلوك المستهلك يخضع للخداع التسويقي بشكل كبير في غياب الإجراءات والقوانين اللازمة لحمايته . لذا نتج عن هذا مخاطر للمستهلك تمثلت في الإيجابيات والسلبيات لتقنية النانو .

هيكل الدراسة : الإجابة عن الإشكاليات المطروحة وتحقيق أهداف الدراسة .

أسباب اختيار الموضوع :

١- قلة وندرة الدراسات التي تناولت هذا الموضوع (تقنية النانو) سواء من الجانب القانوني وبخاصة الجانب المدني (المسئولية المدنية) . بيان الدور القانوني من خلال القانون المدني .

٢- حاجة البشر الشديدة للتطور التكنولوجي خاصة في مجال (تقنية النانو تكنولوجي) الذى يستخدم فى كافة المجالات التي يستخدمها البشر وخاصة (تقنية النانو تكنولوجي) .

٣- دراسة أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن أضرار تقنية النانو .

خطة الدراسة :

قسمت الدراسة إلى أربعة مطالب وخاتمة وتوصيات ثم المراجع والفهرست.

المطلب الأول : المقصود بتقنية النانو .

الفرع الأول : تعريف وفوائد ومميزات تقنية النانو .

الفرع الثاني : أسباب وأهمية تقنية النانو .

المطلب الثاني : تاريخ وخصائص تقنية النانو .

الفرع الأول : نبذة تاريخية عن تقنية النانو .

الفرع الثاني : خصائص وأشكال وتصنيع المواد النانوية .

المطلب الثالث: مخاطر تقنية النانو بين البيئة والمستهلك .

الفرع الأول : الجوانب الإيجابية لتقنية النانو .

الفرع الثاني : الجوانب السلبية لتقنية النانو .

المطلب الرابع : أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن أضرار تقنية النانو .

الفرع الأول : إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو .

الفرع الثاني : الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو .

المطلب الأول

المقصود بتقنية النانو

تمهيد وتقسيم: -

كلمة النانو بادئة منحوتة من اللغة اليونانية القديمة وتعنى (قزم Manos) [٢] . وفى مجال العلوم يعنى النانو جزءا من مليار جزء من ألف مليون .

مثال : نانو ثانية (Nano second) وحدة لقياس الزمن وتختصر لتصبح (Nano sec) وتعنى واحد على مليار من الثانية الواحدة . ويستخدم النانو متر (Nano meter) الذى يختصر بالحروف اللاتينية إلى (mm) كوحدة لقياس أطوال الأشياء الصغيرة جدا التي لا ترى إلا تحت المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني) وتستخدم هذه الوحدة للتعبير عن أبعاد أقطار ومقاييس ذرات وجزيئات المادة والمركبات والخلايا والجسيمات المجهرية مثل البكتريا والفيروسات . والنانو متر الواحد يساوى جزءًا من ألف متر [٣]وللمقارنة فإن النانو متر يعادل قياس طول صف مكون من ١٣ ذرة من ذرات غاز الهيدروجين [٤] . ولتقنية النانو فوائد ومميزات وأهمية نحاول بيانها من خلال التقسيم الآتي :

الفرع الأول : تعريف وتصنيف تقنية النانو .

الفرع الثاني : أهمية ومميزات وأسباب تقنية النانو .

---

[٥]- ربما تكون هذه الكلمة هي أصل كلمة " ننورس " المستخدمة في مصر لتصغير الأشياء بغرض تدليل الطفل الصغير أو أحيانا للسخرية وتقليل شأن شخص ما ، وربما تكون قد وردت في اللغة الفرعونية القديمة نتيجة الانفتاح القائم بين الحضارتين القديمتين المصرية والإغريقية آنذاك وتوارثها المصريون بعد ذلك لتدخل في قاموس اللغة العامية

[٦]- السنتيمتر cm / 1 /../ (جزء من مائة من المتر) المليمتر mm = 1 / (جزء من ألف من المتر) – الميكرو متر nm = ١/١٠٠٠٠٠ (جزء من مليون من المتر) . النانو متر nm = 1 / ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠(جزء من مليار من المتر) .

[٧]- تعد ذرة الهيدروجين من أصغر ذرات العناصر المعروفة حيث يبلغ قياس قطرها ٥٠٥٧٥ نانو متر ويتم تقريب هذه القيمة فى معظم المراجع إلى ٥٠١ نانو متر .

الفرع الأول

تعريف وتصنيف تقنية النانو

أولا : تعريف تقنية النانو :

١- **تعريف النانو :** وردت عدة تعريفات منها : أنها كلمة غير عربية ، وتطلق في اللغة الإنجليزية على كل ما هو ضئيل الحجم ودقيق الجسم ، وهى كلمة تشكل مصطلحًا علميًا إذا ضمت إليها بعض الكلمات . فهنالك مصطلح النانو متر وعلم النانو وتقنية النانو والاقتصاد النانوي[٥]

٢- **تعريف النانو في الاصطلاح العلمي :** هو بحث وتطوير تكنولوجي على المستوى الذرى والجزيئي الماكروى عند مستويات طويلة من رتبة ١- ١٠٠ نانو متر ، يهدف إلى إعطاء تفسير جوهري لظاهرة وأيضا لإنشاء واستخدام البني والأدوات والنظم ذات الوظائف والخصائص الجديدة المتناسبة مع أحجامها الصغيرة [٦] .

٣- **تعريف النانو في علم الفيزياء :** يعنى جزءًا واحدًا من مليار ألف مليون أي أصغر من الميكروب الذى يستخدم لقياس أبعاد الجراثيم بألف مرة ، ويستخدم النانو وحدة لقياس أقطار الذرات وبعض الجزيئات والفيروسات[٧] . وذهب البعض إلى أن علم النانو : "هو ذلك العلم الذى يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها وخصالها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير أحجامها "[٨].

٤- **تعريف هيئة الأمم المتحدة :**هي مجموعة من الوسائل والطرق التي تستخدم من أجل توحيد جهود الأفراد والسلطات العامة بهدف تحسين المستوى الاقتصادي والاجتماعي والثقافي للمجتمعات القومية والمحلية[٩] .

٥- **التعريف اللغوي لمصطلح التكنولوجيا:**" technology " : برجع إلى الأصل اللاتيني ويتكون من قطعتين techno وتعنى الفن أو الصناعة ، و logys وهى تعنى الدراسة أو العلم

٦- **التعريف العربي واللاتيني لمصطلح التكنولوجيا:**

أ- **التعريف العربي:** كلمة " technology ": ليست عربية المنبت وعربت إلى كلمة التقنية " بكسر التاء وسكون القاف " وقيل بوجود تشابه في اللفظ والمعنى بين الكلمتين العربية والأجنبية ذلك أن الكلمة العربية لها أغلب حروف الكلمة الأجنبية. كما أن كلمة التقنية مشتقة

---

[٥]- الطعيمات ،هاني سليمان الطعيمات ، تكنولوجيا النانو من وجهة نظر شرعية ، مجلة هدى الإسلام وزارة الأوقاف والشئون والمقدسات الإسلامية ، فلسطين ، مجلد ٥٦ ، عدد٩ ، سنة ٢٠٠٢ ، ص٢٣ .

[٦]- مصبح ، عمر عبد المجيد مصبح ، توظيف تقنية النانو في إعادة بناء مسرح الجريمة الواقع والمأمول مجلة القانون المغربي ، عدد٣٤ ، دار السلام للطباعة والنشر ، سنة ٢٠١٧م ، ص١١٢ .

[٧]- بوراس ، العشى ، فايزة بوراس ، هارون العشى ، أهمية تطبيق النانو تكنولوجي في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة ، مقال منشور في مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي ، الجزائر ، مجلد٥ عدد ٢ ديسمبر ٢٠١٨م ، ص ٢٦١ .

[٨]- الصالحي ، محمد بن صالح الصالحي : مقدمة في تقنية النانو ، ورشة عمل أبحاث في الجامعات ، المملكة العربية السعودية ، سنة ٢٠١٧م ، ص١٨ .

[٩]- عياش ، مخلوف ، زبير عياش ، أميرة بن مخلوف ، الحكم الراشد لتحقيق التنمية المستدامة في أفريقيا من منظور الآلية الإفريقية للتقييم من قبل النظراء – مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول آليات حوكمة المؤسسات ومتطلبات تحقيق التنمية المستدامة ، ورقلة – نوفمبر ، الجزائر ، سنة ٢٠١٣ م ص٢٨٨.

من الفعل أتقن ، وإتقان الأمر إحكامه[١٠] . وأتقن الشيء أحكمه ، وفى القرآن الكريم قوله تعالى " وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ"[١١] .

ب- **التعريف اللاتيني:** هو علم الفنون أو الصناعة، وفى اللغة الفرنسية نجد أن كلمة " technique" يقصد بها أسلوب أداء المهنة، أما كلمة تكنولوجيا "technigies"[١٢]. وهى كلمة حديثة نسبيا تعنى الفنون والمهن " tachnolenced esytsemeteys " [١٣] .

والتقنية: هي توليفة "combination " من العمليات المستخدمة فعلًا في إنتاج سلعة معينة. في حين أن التكنولوجيا هي القدرة المستخدمة في إنتاج سلعة معينة.

والتكنولوجيا هي: القدرة على خلق أو اختيار التقنيات المختلفة من ناحية، وعلى إعدادها واستعمالها من ناحية أخرى.

بعبارة أخرى: التقنيات في نهاية الأمر هي: مجموعة من الأساليب، في حين أن التكنولوجيا هي مجموعة من المعارف [١٤] .

٧- **تعريف تكنولوجيا النانو :**هي التحكم التام والدقيق في إنتاج المواد ، وذلك من خلال التحكم في تفاعل الجزيئات الداخلة في التفاعل وتوجه هذه الجزيئات من خلال إنتاج مادة معينة . وهذا النوع من التفاعل يعرف بالتصنيع الجزيئي ووضع الذرات أثناء التفاعل في مكانها الصحيح أو المناسب [١٥] . وقيل إن تكنولوجيا النانو : تشمل الأبحاث والتطورات التكنولوجية في مجال أقل من ١٠٠ نانو متر تصنع وتستخدم التركيبات التي لديها خصائص فريدة نظرًا لصغر حجمها تستند إلى القدرة على التحكم أو التلاعب على مستوى الذرة [١٦] . وقيل هي : تلك التكنولوجيا المتقدمة القائمة على تفهم ودراسة علم النانو والعلوم الإنسانية الأخرى تفهمًا عقلانيًا وإبداعيًا مع توافر المقدرة التكنولوجية على تخليق المواد النانوية والتحكم في بنيتها

---

[١٠]- مجمع اللغة العربية، المعجم الكبير، ألفاظ الحضارة، المجلد الثالث، ص٩٤.

[١١]- سورة النمل، آية رقم ٨٨.

[١٢]- جمال الدين، صلاح الدين جمال الدين، عقود الدولة لنقل التكنولوجيا، رسالة دكتوراه، كلية الحقوق جامعة عين شمس ، سنة١٩٩٣م ، ص٥٥ ،٨١ -٨٣ .

[١٣]- الإكيابى ، يوسف عبد الهادي خليل الإكيابى ، النظام القانوني لعقود نقل التكنولوجيا في مجال القانون الدولي الخاص رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق ، جامعة الزقازيق ، سنة ١٩٨٨م ، ص٢٢ .

[١٤]- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، كتاب عالم المعرفة رقم ٣٧٤ ، سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الكويت ، صدرت السلسلة في يناير ١٩٧٨م ، وصدر الكتاب في إبريل ٢٠١٠م ، ص ١٧ ، ١٨ ١٩ .

[١٥]- مزيد ، عباس ، علام مزيد ، على مهدى عباس ، النانو تكنولوجي فرصة للتقدم أم للتبعية .المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية ، الجامعة المستنصرية ، العراق ، سنة ٩ ، العدد٣١ ، سنة ٢٠١١م ، ص٤٥ .

[١٦]- حركات ، غيده ، سعيدة حركات ، سارة بن غيده ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيئية – عرض تجارب عربية ،كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو ، جزء أول ، منشورات مخبر المحاسبة والمالية ، الجباية والتأمين ، .isBn. 978 – 9931. 9517 . 5. 9 . . الإيداع القانوني ، جوان ، الجزائر ، ٢٠١٩م ، ص١٥٩ .

التداخلية عن طريق إعادة وترتيب الذرات والجزيئات المكونة لها مما يضمن الحصول على منتجات متميزة وفريدة توظف في التطبيقات المختلفة [١٧].

٨- **تعريف المشرع الأمريكي لمصطلح تكنولوجيا النانو " تقنية النانو " :** هو أحد العلوم والتكنولوجيا التي من شأنها أن تمكن من فهم وقياس ومعالجة وتصنيع في المستويات الجزيئية الذرية ، وتهدف إلى خلق المواد والأجهزة المصممة على المستوى الجزيئي[١٨].

وقد استخدم العلماء مصطلحات مرادفة " Nano technology" في الافتتاح العلمي العالمي في لقاء عقدته الجمعية الأمريكية للفيزياء وتم توصيف النانو بأنه : " هو القدرة على التعامل مع الذرات والجزيئات المنفردة والمكونة للمواد باستخدام الأدوات الدقيقة لبناء وتشغيل مجموعة أصغر من المواد ثم تكرار العملية وصولًا إلى الحجم المطلوب [١٩].

٩- **تعريف اليابان للنانو تكنولوجي :** تم تعريفه من خلال العالم الياباني " tuniguchinoyio" من من جامعة طوكيو أول من عرف النانو في بحث له بقوله : " إن النانو تكنولوجي هو التقنية التي يمكن من خلالها معالجة مكونات المواد على مستوى الذرة والجزيئية بشكل منفصل وإعادة تجميعها لتكوين مواد معدلة بخصائص ومواصفات أفضل " [٢٠].

١٠- حقائق علمية تساعد على تخيل مدى صغر حجم النانو متر :

- قطر شعرة الإنسان = ٨٠٠٠٠ ألف نانو متر !
- خلية الدم الحمراء = ٢٠٠٠ نانو متر تقريبا !
- عرض غشاء نواة الخلية = ١٠ إلى ٣٠ نانو متر !
- طول عشر ذرات هيدروجين متراصة = ١نانو متر ![٢١] .
- هنا يتبادر السؤال التالي : ما الفائدة من الوصول إلى هذا الصغر الدقيق ؟ وما الذى يحدث إذا تحكمنا في تحريك الذرات ؟ وهو نفس التساؤل الذى سأله كلا من العالمان " ريتشارد فاينمان – منير منايفة .

ثانيا: تصنيف المواد النانوية :

نستطيع القول بأن جميع المواد التقليدية مثل الفلزات metals وسبائكها ، وأشباه الموصلات semiconductys ، والزجاج glass ، والسيراميك ceramic ، والبوليمترات polymers .تعد بمنزلة الخامات الأولية المستخدمة في تخليق مواد ذات أبعاد نانو مترية (مواد نانوية) . هذا وتختلف أشكال المواد النانوية باختلاف طريقة التحضير المستخدمة ، حيث يمكن أن تحضر في صور أغشية " رقائق نانوية Monolayer's" ، أو على هيئة " أنابيب بأسطوانات Nanotubes" أو أسلاك Nanowire، أو عصى Nano rods ، وكذلك في صورة حبيبات Nano partiles " .

---

[١٧]- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، الثقافة القانونية لمنع قاطرة التنمية ، مجلة التقدم العلمي مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، العدد ٦٦ ، سنة ٢٠٠٩م ، ص ٢٥ .

[١٨]- بوراس ، العشى ، فايزة بوراس ، هارون العشى ، أهمية تطبيق النانو تكنولوجي مرجع سابق ص٥٦١ .

[١٩]- الزهيري ، طلال ناظم الزهيري ، النانو تكنولوجي ، آفاق مستقبلية لبناء المكتبات الرقمية على الهاتف المحمول ، المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات ، مجلد ٣ ، عدد١ ، سنة ٢٠١٠م ، ص٣٦.

[٢٠]- يرجع في ذلك إلى تاريخ تقنية النانو في المبحث التمهيدي من الفصل التمهيدي من الرسالة ص ١٥ .

[٢١]- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م يونيو مرجع سابق ، ص١٥ .

ويمكن تصنيف المواد النانوية إلى :

١- **المواد النانوية أحادية الأبعاد**[٢٢]:

تقع تحت هذه الفئة جميع المواد التي يقل أحد مقاييس أبعادها عن ١٠٠ نانو متر ، وسميت هذه الفئة بالمواد النانوية أحادية الأبعاد (أي التي لها بعد واحد نانوى فقط) .

مثال : الرقائق أو الأغشية thin layers مثل المواد النانوية الموظفة في أعمال طلاء الأسطح surface Nano coating كمثل التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية بغرض حمايتها من التآكل بالصدأ ، أو تلك الأرقام رقيقة السمك thin films المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلف والتلوث و تصنع مواد أشباه الموصلات المختلفة مثل رقائق السيلكون لتوظيفها في صناعة الخلايا الشمسية .

٢- **المواد النانوية ثنائية الأبعاد**[٢٣] :

يشترط في مجموعة هذه الفئة من المواد النانوية أن يقل مقياس بعدين من أبعادها عن ١٠٠ نانو متر وتعد الأنابيب أو الاسطوانات النانوية (Nanotubes) ومنها أنابيب الكربون النانوية والألياف النانوية وكذلك الأسلاك النانوية (Nan wires) نماذج مهمة لتلك الفئة من المواد . ولم يكن غريبا أن ترشح أنابيب الكربون النانوية لأن توظف كمواد داعمة ومقوية لقوالب الفلزات لرفع قيم صلادتها وتحسين خواصها الميكانيكية وعلى الأخص رفع مقاومتها للانصهار، كما تجمع خواص فريدة أخرى مثل القدرة على التوصيل الحراري والكهربي . علاوةً على خواصها الكيميائية المتميزة ، ومن المتوقع استخدام الأنابيب والأسلاك النانوية في تصنيع مكونات الخلايا الشمسية والشرائح الإلكترونية وأجهزة الاستشعار والأجهزة الإلكترونية الدقيقة .

٣- **المواد النانوية ثلاثية الأبعاد**[٢٤] :

مثال : الحبيبات النانوية ومساحيق الفلزات والمواد السيراميكية فائقة النعومة من المواد التكنولوجية المهمة التي نُعِتَت بأنها ثلاثية الأبعاد . نظرا إلى مقاييس أبعادها على المحاور الثلاثة x , y , z تقل عن ١٠٠ نانو متر . ومن الجدير بالذكر أن هذه المواد النانوية ثلاثية الأبعاد سواء كانت على هيئة حبيبات أم مساحيق فائقة النعومة تتصدر قائمة الإنتاج العالمي من المواد النانوية بوجه عام وذلك نظرا لتعدد استخداماتها في المجالات والتطبيقات التكنولوجية الحديثة .

مثال : تتوافر الآن في الأسواق مساحيق حبيبات نانوية لأكاسيد الفلزات ذات أهمية اقتصادية كبيرة حيث تدخل أكاسيد الفلزات مثل أوكسيد السيلكون (sio_2) ، وأكاسيد التيتانيوم (tio_2) ، وأكسيد الألمونيوم (Al_2o_3) وكذلك أكاسيد الحديد (Fe_3O_4) في قطاع

---

[٢٢]- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، مجلة عالم المعرفة العدد١ ، ٢٠١٠ ، إبريل ص٣٧٤ .

[٢٣]- c . kittel : introduction to solid state physics , 7thed, New york , john weily& sons , inc, 1996 .

[٢٤]- البردي ،عطية البردي ، دروس من الطبيعة في النانو تكنولوجي ، مجلة الفيزياء العصرية ، العدد٣ ٢٠٠٩ م ، ص ١٩ – ٢٤ .

صـــناعة الالكترونيـــات ومـــواد البنـــاء وصـــناعة البويـــات والطـــلاء ، وكـــذلك فـــي صـــناعة الأدويـــة والأجهـــزة الطبيـــة الحديثـــة لتحـــل بـــذلك محـــل المـــواد التقليديـــة ، ولتســـاهم فـــي رفـــع كفـــاءة وجـــودة المنتجـــات ، وتعـــد فئـــة الحبيبـــات النانويـــة لعناصـــر الفلـــزات الحـــرة Nano metals وعلـــى الأخـــص فلـــز الـــذهب مـــن أهـــم المـــواد النانويـــة الحبيبيـــة وذلـــك لأهميتهـــا واســـتخداماتها فـــي كثيـــر مـــن التطبيقـــات المتعلقـــة بـــدحر وقتـــل الأورام الســـرطانية التـــي تصـــيب أعضـــاء الجســـم ، وقـــد اســـتخدمت حبيبـــات الذهب النانوية في تحديد سلاسل الحامض النووي للفيروسات التي تغزو جسم الإنسان .

الفرع الثاني

فوائد وأهمية ومميزات أسباب تقنية النانو

أولا : فوائد تقنية النانو :

توفر تكنولوجيا النانو العديد من الفوائد في العديد من المجالات الحياتية التي تساعد على :

١- تحسين العديد من القطاعات التكنولوجية والصناعية إلى حد كبير.

مثـال: تكنولوجيـا معلومـات الطاقـة، الطـب، الأمـن، علـوم البيئـة، سـلامة الأغذيـة، العديـد مـن الأمور الأخرى.

٢- تـدخل تكنولوجيـا النـانو فـي المنتجـات الاسـتهلاكية حيـث تـم ربـط المليـارات مـن شـعيرات النـانو المجهريـة التـي يبلـغ طـول كـل منهـا "١٠ نـانو متـر " جزيئيـا علـى الأليـاف الطبيعيـة والاصـطناعية لإضافة خاصية مقاومة البقع في الملابس والأقمشة .

٣- وفرة المواد الحميدة بيئيًا والمستخدمة فى توفير موارد نظيفة للمياه .

٤- تعزيز ودعم نواحي التغذية التفاعلية الذكية للأغذية الرخيصة والقوية.

٥- زيادة القدرة التصنيعية النظيفة وذات الكفاءة العالية.

٦- زيادة سعة تخزين المعلومات وإمكانات الاتصال .

٧- توليد الطاقة الرخيصة والقوية.

٨- تحسـين صـياغة وتركيبـات الأدويـة بصـورةٍ جذريـةٍ بالإضـافة إلـى عمليـات التشـخيص واسـتبدال الأعضاء.

٩- تصنيع الأجهزة التفاعلية الذكية، وذلك بزيادة الأداء البشرى عبر التقنيات المتقاربة

١٠- تحسـين تشـخيص الأمـراض ، تطـوير مكونـات البنـاء والبلاسـتيك ، تطـورات أساسـية فـى مجـال تقنية الحاسوب والالكترونيات ([٢٥]) .

ثانيا : أهمية تقنية النانو : وتظهر أهمية تقنية النانو تكنولوجي من خلال :

١- **أهميـة المـواد النانويـة :** تعتمـد تقنيـة النـانو علـى مـواد نانويـة يـزداد الاهتمـام بهـذه المـواد لخواصـها المميـزة والجديـدة حيـث أن المـادة عنـدما تكـون فـى حجـم أقـل مـن ١٠٠ نـانومتر تظهـر لهـا خـواص جديـدة ومخالفـة فـى كثيـر مـن الأحيـان لخواصـها المعروفـة فـى صـورتها الطبيعيـة ، ويعـود هـذا الاخـتلاف فـى الخـواص إلـى سـببين أساسـيين همـا : مسـاحة السـطح - تـأثير الكـم . ولتوضـيح أهميـة مسـاحة السـطح فـى المـواد النانويـة لنتخيـل مكعـب طولـه ضـلعه cm1 يكـون حجـم المكعـب هـو 1cm3 والمسـاحة الكليـة لأوجـه المكعـب هـي 6cm2 وعنـد تقسـيم هـذا المكعـب لجـزئيين فـإن مسـاحة أسـطحه سـوف تسـاوى 8cm2 مـع بقـاء حجمـه ثابتـا وتخيـل مـاذا يحـدث لـو تـم تقسـيم المكعـب لمليـون جـزء ، فـإن مسـاحة أسـطح جميـع المكعبـات الصـغيرة سـوف تكـون هائلـة بالنسـبة لحجمـه وهـذا يعنـى أن الـذرات التـى أصـبحت علـى سـطح المـادة أكثـر كلمـا قسـمت المـادة لأجـزاء أدق . وبالنسـبة لتـأثير الكـم يظهـر بوضـوح أن هـذه المـواد لـم تعـد تخضـع لقـوانين الفيزيـاء

[٢٥]- عزب ، خالد عزب ، تقنية النانو وعصر علمي جديد . موقع "youm 7 . com / story". 2017/7/24. زيارة فى ٢٠٢٠/٦/١ .

الكلاسيكية لأبعادها الصغيرة التى تقترب من الأبعاد الذرية ، لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم والذى ينعكس على خواصها عندما تزداد مساحة السطح للمادة فإن عدد ذراتها الموجودة على السطح يزداد وهذا يعمل على زيادة تفاعل المادة وتصبح ذات نشاط كيميائي أعلى ، فذرات سطح أي مادة هي المسئولة عن التفاعلات الكيميائية مع الذرات الأخرى لامتلاكها الكترونيات غير مقيدة داخل المادة وهذا ما يفسر فعالية ونشاط أي مادة نانوية عن حالتها العادية وكذلك تغير خواصها الكهربية والمغناطيسية والحرارية والميكانيكية (٢٦).

٢- **الطاقة النووية :** تستعمل تقنية النانو تكنولوجي في مجالات عديدة بالطاقة منها التحويل والتخزين وتحسين التصنيع وزيادة نشاط عملية تحول الضوء الحراري بواسطة استعمال الهياكل النووية المتواجدة في الحزم ذات الثقوب والفجوات ، و تلعب هذه التقنية دورًا كبيرًا في تحسين كفاءة وفعالية محرك الاحتراق الداخلي من خلال تطوير بعض المواد النووية الجزئية التي يتم نثرها على السطح بما يؤدي إلى تحوله لمصدر للطاقة الشمسية .

٣- **معالجة المياه :** تستخدم تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي في عملية تصنيع المواد النانوية التي تساهم في معالجة المياه السطحية والجوفية ومياه الصرف الصحي و تمتلك قدرة كبيرة على التخلص من جميع الملوثات.

٤- **الطب النانوي :** تساهم هذه التقنية في علاج الأمراض السرطانية من خلال استعمال الجسيمات النانوية في عملية التصوير بواسطة الرنين المغناطيسي، وبواسطتها تحديد مكان الورم السرطاني بشكل دقيق، بالإضافة إلى استخدام التقنية في تصنيع العقاقير والأدوية باستعمال مسحوق النانو وهو مركب لا يتجاوز قطره الـ ١٠٠ نانو متر.

٥- **الأغذية النانوية :** تعتمد عملية إنتاج وتصنيع الأطعمة على هذه التقنية عن طريق مشروع تقنية النانو الناشئة والذي يضم ٣ أصناف من الأطعمة فمثلًا يحتوي زيت الكانولا على قطرات نانوية مكونة من معادن إلى جانب شوكولاتة الحمية والتي تحتوي على العديد من الكتل النانوية التي تساهم في تحسين المذاق .

٦- **بصريات النانو:** تساهم التقنية في مجال البصريات عن طريق إنتاج النظارات الشمسية التي صممت باستخدام طلاءات سطحية مكافحة للخدش عبر مكونات نانوية كما أن بصريات النانو تساهم في زيادة دقة عملية تصحيح بؤرة العين كما تستعمل في مجال صناعة قرنيات العيون .

٧- **تعالج الكثير من المشاكل والتحديات :** التى يواجهها الإنسان اليوم من " الأمراض – تلوث البيئة توفير المياه النظيفة التي لا تؤثر على الإشعاعات والمخاطر(٢٧)، خلال العقدين الأخيرين خطت الدول الصناعية أشواطا هامة في هذا المجال ، فلقد وظفت أكبر أربع دول صناعية

٢٦- المطيري ، طارق بن طلق المطيري ، بحث بعنوان . دور تقنية النانو فى الحد من الكوارث ورقة عمل مقدمة للجنة الحلقة العلمية المنعقدة بكلية التدريب فى جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية (استخدام التقنيات الحديثة فى مواجهة الكوارث) فى الفترة من ٦-٨ /٢ / ٢٠١٢. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ، ص ١٠ -١٢ .

٢٧- المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم " دراسة تشخيصية لمسح الإمكانيات في مجال علم وتقنيات النانو في الوطن العربي– الإلسكو " تونس ٢٠١٧م ، ص١٥ .

٥٥,٥ مليار دولار عام ٢٠٠٣م ، وحاليا تتصدر ثلاث مؤسسات عالمية البحوث حول النانو تكنولوجي .

الأول : مقرها لوس أنجليس . الثاني : مقره اليابان . الثالث: مقره فرنسا .

٨- يتجه العالم إلى إنشاء مدن تكنولوجية متكاملة من أجل البحث والتطبيق ، ففي الهند أقامت الحكومة واديًا للتكنولوجيا الذى يدر عليها ربحًا سنويًا عشرين مليار دولار جراء بيع الإنتاج المعرفي إلى أمريكا وأيضًا تايوان تنتج حاليًا ما يعادل عشرة بلايين دولار من النانو تكنولوجي ، كما تمكنت روسيا من إنتاج "رادار " بحجم كف اليد يستطيع التعامل مع طائرات الشبح .

٩- **تتصدر تكنولوجيا النانو قائمة الاهتمامات العلمية والبحثية في جميع دول العالم:-** إذ قامت عدة دول خلال العشر سنوات الماضية بتأسيس برامج ووحدات بحثية وأكاديمية ومعاهد بحوث ومراكز ومعامل[٢٨] .

١٠ - مركز تقويم التقنية العالمي الأمريكي (wtec):- في أبحاث النانو وأهميتها فى الإبداع الفني خلصت الدراسة إلى الأهمية الكبيرة لتقنية النانو فى شتى المجالات والفوائد العديدة منها

أ- اعتبار تقنية النانو (النانو تكنولوجي) الجيل الخامس الذى ظهر فى عالم الالكترونيات ، إذ يعد (الجيل الأول) فى استخدام المصباح الإلكتروني بما فيها التليفزيون ، ثم (الجيل الثاني) يتمثل فى اكتشاف الترانزستور وتطبيقاته ، أما(الجيل الثالث) فيتمثل فى استخدام الدارات التكاملية (integrate circuit) ، أما (الجيل الرابع) فيتمثل فى المعالجات الصغيرة .

ب- (microprocessor) الذى أحدث ثورة هائلة فى مجال الالكترونيات بإنتاج الحاسبات الشخصية والرقائق الحاسوبية التى أحدثت تقدمًا فى العديد من المجالات العلمية والصناعية ، أما (الجيل الخامس) فيتمثل فى تقنية النانو والتي من خلالها يمكن مواجهة الفيروسات وعلاج الأمراض المستعصية مثل السرطان وإجراء عمليات كبرى من دون جراحة.

ت- تعمل على حل مشكلات العصر ومنها " مشكلة المياه وموارد الطاقة والصحة والفقر والبطالة " لتوفيرها فرص عمل وانخفاض تكلفة بعض منتجات هذه التقنية ، وتوفير موارد للطاقة واكتشاف طرق جديدة للعلاج وتنقية المياه .

ث- تؤثر في الاقتصاد العالمي : وتبرز الأهمية من خلال :

- أن من يتقن استخدام تقنية النانو سيهيمن على الصناعة في القرن الحادي الواحد والعشرين .
- أن تقنية النانو تشكل فرصة تاريخية كبرى للدول النامية للنهوض واللحاق بركب التطور العلمي والتقني لأن العالم في بدايات تعامله مع تقنية النانو .
- أنه تم تسجيل (٧٥٣١) براءة اختراع من عام ١٤٢١هـ - ٢٠٠٠م إلى عام ١٤٢٣هـ - ٢٠٠٢م .

ج- أنه إذا تمت إعادة ترتيب ذرات الفحم بـ " تقنية النانو " يمكن الحصول على الماس [٢٩].

---

[٢٨]- عمراني ، نادية عمراني ، الاستخدامات البيئية الآمنة لتقنية النانو تكنولوجي ، بحث مقدم فى كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو ، جزء أول ، مرجع سابق ، ص ١٢٧ ، ١٢٨ .

[٢٩]- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م يونيو مرجع سابق ١٨ .

١- تقنية النانو وسيلة تقوم على أساس هيمنة الإنسان وتنمية قدراته:- فى تغيير الهياكل البنائية للمواد الهندسية وتجاوز كلاسيكيات الفيزياء والكيمياء ونظرياتها التقليدية من أجل الارتقاء بالمستوى وتحقيق طفرة فى التطبيقات المبتكرة والجديدة فى مختلف الصناعات الحالية والمستقبلية (٣٠).

٢- تقية النانو ستعالج مجموعة من التحديات التى تواجه البشرية :- كالأمراض وتوفير المياه النظيفة للجميع فضلا عن توفيرها لرحلات فضائية رخيصة لا تؤثر فيها الإشعاعات (٣١).

ثالثا : مميزات تقنية النانو :

١- لا تحتاج في جميع الأحوال إلى المعدات المتقدمة وذات التكلفة الباهظة لإنجاز النقش أو التقسيم لكنها قد تعتمد فقط على قدر من التطور والتجديد بحيث يمكن تخطى التكلفة العالية وعدم تواجد التقنيات المساندة الباهظة التكليف ، وهذا مما يجعل بعض جوانب هذه التقنية في متناول الدول النامية وخصوصًا من تتمتع بها بوفرة من الثروات الطبيعية والمادية والبشرية والخطط التنموية الرشيدة مما يؤهلها للاستفادة منها واللحاق بركب تطويرها وقيادتها وامتلاكها حقوق الاختراع والتطوير .

٢- إنها تعد بتطورات جديدة في الإلكترونيات والاتصالات والتقنية الحيوية وعلوم الطب والمياه والبحث البيئي

٣- يتوقع لها أن تلعب دورًا أساسيًا في الحياة الاجتماعية المستقبلية.

٤- حكومات العالم تتسابق بالدعم والتشجيع بسخاء للبحث والتطوير في هذه التقنية ليكون لها نصيب في قيادتها

٥- فى المجال الطبي : ساهمت فى علاج المرضى من الأمراض المصابين بها ، فقد ساعدت هذه التقنية المصابين بالشلل الرباعي من الحركة ، والسير من خلال القيام بزرعها فى الدماغ بالإضافة إلى توصيلها البروتين والبيتيد والتواصل الإلكتروني العصبي وهو ما يساهم فى إعادة المرضى لممارسة حياتهم اليومية بعد الشفاء (٣٢) .

٦- ١٠ متر مطلى بمادة أكسيد التيتانيوم وهى أحد المواد النانوية يتم وضعه على أحد المباني ، يكون الهدف منه امتصاص التلوث من الهواء ، ويدرس الباحث فكرة إدخال ذرات المادة فى صناعة مساحيق الغسيل حتى تكتسب الملابس التي يتم ارتدائها قدرة على امتصاص الملوثات البيئية ، دون حصول أي اختلاف على الإنسان مرتدي هذه الملابس ، وهو ما ينعكس بشكل إيجابي على إيجاد هواء نقى وتقليل نسبة حصول الانحباس الحراري الذى يلحق أضرارا كبيرة بالبيئة (٣٣) .

٣٠- متولي ، شيماء مهيج محمود متولي ، فعالية برنامج مقترح فى الاقتصاد المنزلي بتطبيقات النانو تكنولوجي على تنمية التنوير العلمي والتفكير التخيلي لدى طالبات المرحلة الإعدادية واتجاهين نحو العلم وتقنية النانو ، مجلة العلوم التربوية ، العدد٣ ، كلية اقتصاد منزلي ، جامعة حلوان ، مصر ، سنة ٢٠١٦ ص١١٦ .

٣١- قشبوط ، قاسم ، وآخرون ، عبد الهادي بشير قشبوط ، خالد مصطفى قاسم ، آخرون ، دراسة تشخيصية لمسح الإمكانيات فى مجال علوم وتقنيات النانو فى الوطن العربي ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم مركز تميز للدراسات المتقدمة والمستقبلية ، مدينة الأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية ، مصر ، إبريل سنة٢٠١٧ ، ص١٥ .

٣٢- القاسم ، خالد القاسم ، جدوى استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير القاعدة التكنولوجية الصناعية العربية ، المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين ، والبنك الإسلامي للتنمية ، الرباط المغرب ، سنة ٢٠٠٦ ص١٢ .

٣٣- العمرى ، حاتم العمرى ، ملصقات إعلانية وملابس تكافح التلوث وصديقة للبيئة ، متاح على الرابط الإلكتروني ، https : //nanotech post wordpyess . com . زيارة فى ١٠ / ٤ / ٢٠٢٠ .

٧- بالنسبة لتنقية المياه : يسعى العلماء إلى تطوير أجهزة الاستشعار باستخدام تقنية النانو للكشف عن الملوثات البيولوجية والكيميائية سواء كانت فى التربة أو الهواء أو الماء ومحاولة القضاء عليها .

٨- فى الطاقة : أثبتت الدراسات أن استخدام هذه التقنية فى التصنيع تساهم فى توفير الطاقة كون هذه المنتجات تقلل من عدد دورات الغسيل ، بالإضافة إلى تقليلها فى استخدام منظفات الغسيل (٣٤) .

٩- تستخدم تقنية النانو فى تصنيع " نظارات شمسية " ذات جودة عالية يتم طلاؤها بمواد نانوية تعمل على إيجاد مقاومة للنظارة لأى خدش أثناء الاستعمال ، بالإضافة إلى استخدامها فى صناعة قرنية العين ومساهمتها فى تصحيح بؤرة العين بشكل أكثر دقة (٣٥).

١٠- تساعد تقنية النانو فى إعادة إنتاج وإصلاح الأنسجة التالفة " هندسة الأنسجة " بانتشار الخلايا المحفزة صناعيًا من خلال استخدام عوامل النمو على المواد النانوية المناسبة ، وقد تحل محل أساليب العلاج التقليدية المستخدمة فى يومنا هذا ومنها زراعة جهاز دقيق جدًا للأعضاء والأطراف الصناعية ، ففي التطبيقات الطبية يتم تشخيص دقيق من خلال مقياس النانو ويستطيع رصد واكتشاف الخلايا المصابة بالسرطان وذلك من خلال انحناء نتوءاتها الدقيقة كما تتميز بقدرتها على معالجة هذه الخلايا .

١١- مجال المبيدات الزراعية : تم تصنيع كبسولات نانو مترية من خلالها يستطيع الإنسان التحكم الدقيق فى معدل إفراز المبيدات من الكبسولة أو عن طريق تصنيع المبيدات الحشرية فى حجم نانو متري والاستفادة من زيادة كفاءتها بأقل التركيزات الممكنة أو بتطوير جيل جديد من المبيدات المتخصصة لفئات معينة دون غيرها .

١٢- فى مجال الصناعة : تم استخدام تقنيات النانو تكنولوجي لتطوير صناعة الورق فى مصر حيث تمكن فريق بحثي بالمركز القومي للبحوث من تحضير أنواع متطورة من الورق من ألياف نانو مترية تم استخدامها من المخلفات الزراعية مثل قش الأرز ومصاصة القصب ويتميز هذا النوع من الورق بمواصفات عالية الجودة والمتانة تتفوق على الورق المحضر بالطرق التقليدية ، كما يمكن أن تستخدم هذه التقنية فى صناعة الأبواب والمقاعد والدعامات للطائرات حيث تكون صلبة وذات مرونة عالية وخفيفة الوزن .

١٣- مجال الدهانات : تتميز الدهانات بتقنية النانو بقدرتها على مقاومة الخدش والتآكل والتفتت مما سيجعلها مناسبة تماما لدهان السفن والمراكب ، كما أن الشاشات التي تم تحسينها بتقنية النانو توفر كثيرًا من طاقة التشغيل . وتتميز بوضوحٍ ودقةٍ عاليةٍ وصغر سمكها وخفة وزنها وتعتبر تحلية وتنقية المياه من أهم التطبيقات التى تستخدم النانو ، حيث أن الكثير من الدول النامية تعانى من نقص فى المياه .

١٤- مجال الطاقة : تعمل تقنية النانو على توفير للطاقة باستخدام الإضاءة الكافية ومولد أقوى ضوئيًا وتحول اللمبات الضوئية المستخدمة حاليًا نحو ٥% فقط من الطاقة الكهربائية إلى ضوء

٣٤- بركات ، علا عبد السلام بركات محمد ، فرص ومخاطر تكنولوجيا النانو والتغييرات التى تحدثها فى بعض الخواص الرئيسية المرتبطة بالشعور بالراحة فى الخامات السيليوزية ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية ٢٠١٨ ، ص٤٢٦ .

٣٥- صعابنة ، درابيع ، محمد صعابنة ، الوليد درابيع ، دور التشريعات الفلسطينية فى مواجهة مخاطر استهلاك النانو ، دراسة تحليلية فى ضوء قانون حماية المستهلك ، سنة ٢٠٠٥ ، ص٢٧٧ .

، إلا أن الأساليب النانوية ومنها المصباح الثنائي الباعث " LED " أو الذرات المحددة كميا " QcA" قد تؤدى إلى ترشيد استهلاك الكهرباء لأغراض الإضاءة .

١٥- مجال الخلايا الشمسية : الخلايا الشمسية المتوفرة حاليًا كفاءتها منخفضة تتراوح بين - 20 15% ، إلا أن تقنية النانو قد تساعد على زيادة كفاءة تحول الضوء من خلال استخدام الهياكل النانوية .

١٦- مجال الإلكترونيات : كانت تصميمات الذاكرة الإلكترونية فيما مضى تعتمد على بنية الترانزستورات ، إلا أن "switch crossbar " وفرت بديلا من خلال استخدام الرابطات الداخلية المعاد تشكيلها فيما بين حزم وصفائف الأسلاك العمودية والأفقية وذلك بهدف إنتاج ذاكرة ذات كثافة مرتفعة .

١٧-مجال الطيران : أدى استخدام تقنية النانو إلى تقليل وزن الطائرة بدون محرك إلى النصف تقريبا فى حين يتم زيادة القوة والمتانة ، بالإضافة إلى تقليل من كتلة المكثفات الفائقة والتي ستستخدم بصورة متزايدة فى توفير القوة للمحركات الكهربائية المساعدة بهدف إقلاع الطائرات بدون محرك على الأرض المنبسطة إلى التحليق فى الأجواء العالية ([٣٦]) .

مثال : على تميز تقنية النانو " مادة السيلكون " :-

رابعا : أسباب الاهتمام بتقنية النانو : ترجع الأسباب إلى[٣٧] :

١- مساعدة البحوث على مفهوم وتقنية النانو على ملئ الفراغ في معرفتنا الأساسية للمادة ، فنحن نملك معرفة يسيرة جدا باستخدام الأدوات التي طورت بواسطة الفيزياء والكيمياء التطبيقية .

٢- إن ظاهرة الحيز النانوي تَعِدُ بالكثير من التطبيقات والاستخدامات التي ستغير من المفاهيم التقليدية للتصنيع ، والصحة والعلاج ، والطاقة ، والمياه ، والبيئة . وستطلق سيلًا من التقنيات والمنتجات والخدمات قدرت بحوالي (تريليون دولار عام ٢٠١٥م) .

مثال : التصنيع الكيماوي : يتم باستخدام التجميع الجزيئي المصمم للكشف عن الأمراض المزمنة والسرطان والأجسام البيولوجية باستخدام جزيئات قليلة ، وتنظف تلوث البيئة .

---

[٣٦]- صدقي ، عبد المنعم صدقي ، مزايا ومخاطر تطبيقات النانو تكنولوجي . مقال . أستاذ بمعهد بحوث الإنتاج الحيواني . موقع . agri2day . com فى ٢٠١٩/٨/٢١ زيارة فى ٢٠٢٠/٦/١ .

[٣٧]- عمراني ، نادية عمراني ، الاستخدامات البيئية الآمنة لتقنية النانو تكنولوجي ، كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو جزء أول ، منشورات مخبر المحاسبة والمالية ، الجباية والتأمين ، 9 . 5 . 9517 .9931 – 978 . isBn . الإيداع القانوني ، جوان ، الجزائر ، مرجع سابق ٢٠١٩م ، ص ١٢٧ . ١٢٨ .

المطلب الثاني

تاريخ وخصائص تقنية النانو

تمهيد وتقسيم: -

لعل المتأمل في تقنية النانو يجد أنه من الصعب تحديد عصر أو حقبة معينة ظهرت فيها هذه التقنية وترجع بعض الآثار إلى الحضارات القديمة التي استخدمت مواد النانو في العديد من الجوانب الحياتية للبشر غير أنه يبدو أن أول من استخدموا هذه التقنية هم صانعي الزجاج في العصور الوسطى وأيضا العصر الروماني ، ويعتبر العرب المسلمون الأوائل هم من أوائل من استخدموا هذه التقنية النانوية ، يتبين ذلك من خلال تناولنا لتاريخ " تقنية النانو " ومميزاته . وكان من خصائص هذه المواد النانوية المختلفة خصائص(كيميائية ، فيزيائية ، مغناطيسية ،كهربائية ، بصرية ، طبية وغيرها) .

وسوف نلقى الضوء على ما سبق الإشارة إليه على النحو الآتي :

الفرع الأول : نبذة تاريخية عن تقنية النانو وتطورها .

الفرع الثاني : خصائص وأشكال المواد النانوية .

الفرع الأول

نبذة تاريخية عن تقنية النانو وتطورها

أولا : البدايات الأولى لتقنية النانو .

١- من غياهب التاريخ القديم تذكر بعض المصادر أن تقنية النانو استخدمت قديما ، وذلك من قبل الحضارة الصينية والحضارة الإغريقية فى صناعة الزجاج .

٢- لا يمكن تحديد حقبة معينة لاستخدام المواد النانوية ، وقد وجد الباحثون وعلماء الآثار أن بعض الحضارات القديمة استخدمت هذه التقنية من خلال قيام الأفراد بمعالجة بعض المواد العادية للحصول على خصائص معينة مثل تغير اللون دون معرفة السبب الذى أدى إلى ذلك .ولكن من الواضح أن أول من استخدموا النانو هم صناع الزجاج .

مثال : كانوا يستخدمون حبيبات الذهب النانوية الغروية للتلوين خاصة في صناعة الأوعية الثمينة والنفيسة. وهناك أحد المقتنيات الرومانية وهو عبارة عن كأس زجاجي للملك الروماني " لا يكور جوس " في القرن الرابع الميلادي والقابع الآن في المتحف الروماني ، ويتميز بظاهرة مثيرة تتمثل في تغيير لونه وفقا لزاوية سقوط الضوء عليه ، فعندما ينفذ الضوء من هذا الإناء يأخذ اللون الوردي ، وعندما ينعكس الضوء من الإناء يأخذ اللون الأخضر . وقد تم تفسير هذه الظاهرة بعد ما تم اكتشاف جسيمات نانو ذهبية (Nano – gold) كانت هي المسئولة عن التفاعل مع الضوء ومن ثم إعادة بعثه اللونين السابقين .

يعتبر العرب المسلمون من الأوائل الذين استخدموا هذه التقنية ، وقد أبدعت الحضارة الإسلامية في " السيف الدمشقي " الذى استعمل ما بين عامي (٩٠٠ - ١٧٥٠م) وعرفت عن تلك السيوف حدتها ومتانتها وكذلك قوتها ، وعرف عنها أنها تقطع السيوف الأوربية بل وحتى الصخور ، وامتازت أيضا بالنقش على نصلها ، وبناءً على فحوصات ودراسات بالمجهر الإلكتروني على عينات لنصوص تلك السيوف وجد أنه يدخل في تركيبها مواد نانوية تعطيها نوعًا من الصلابة الميكانيكية [٣٨].

٣- كما عرف المحاربون القدامى في اليابان (الساموراى) استخدامهم المواد المعدنية في الصورة النانوية لطلاء سيوفهم للحصول على الخصائص المطلوبة لتلك السيوف [٣٩] .

٤- تم لأول مرة بحث قضايا تقنيات النانو والأخلاقيات خلال الدورة الثالثة للجنة العالمية لأخلاقيات المعرفة العلمية والتكنولوجيا فى " ريو دي جانيرو " كانون الأول ديسمبر ٢٠٠٣ ، حيث طرح الدكتور " بيتر غوردجين " ورقة تحليلية حول المسائل الأخلاقية التى تثيرها تكنولوجيا النانو .

٥- فى عام ٢٠٠٥ تم إنشاء أول فريق من الخبراء من أجل مساعدة اللجنة العلمية لأخلاقيات المعرفة العلمية والتكنولوجيا لصياغة وثيقة حول السياسة المحتملة للتعامل مع الأخلاق وتكنولوجيا النانو . وضم الفريق كلا من السيدة (كيونغى جون– كوريا الجنوبية – السيد عبد

---

[٣٨]- سالم ، محمد منير سالم ، طب النانو الآفاق والمخاطر ، Nano medicine … pyooescts and tyisAs ، موقع الفريد في الفيزياء، ص٧٧. دخول ١٥/ ١٢/ ٢٠١٩ م .

[٣٩]- إلهام ، نايلي إلهام ، تطبيقات تكنولوجيا النانو في صناعة الغذاء ، بحث مقدم لكتاب أعمال المؤتمر الدولي حول : الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو جزء أول مرجع سابق ، ص٧٨ .

اللـه دار مـن كنـدا – السـيد / دونالـد إيفـانز مـن نيوزيلنـدا عضـو اللجنـة العالميـة – السـيد جـون فودانـو مـن اليابـان عضـو اللجنـة العالميـة – السـيد / بيـرت غـورديجن مـن هولنـدا . السـيدة / ميشـيل جـين مـن كنـدا الرئيسـة السـابقة للجنـة الدوليـة والأخلاقيـات البيولوجيـا – السـيد جيكسـينغ ليـو مـن الصـين – السـيد / يـواكيم شـومر مـن ألمانيـا – السـيد / بيتـر سـنجر مـن كنـدا السـيدة / مارغريـت سـبانجلر إنـدرادى مـن البرازيـل) . وقـد اجتمـع الفريـق فـى تمـوز يوليـو ، وكـانون الأول مـن ديسمبر ٢٠٠٥ فى باريس .

ثانيا : تاريخ تقنية النانو :

١- **عـام ٩٠٠ ــ ١٧٥٠م :** العـرب مـن الشـعوب الأولـى التـي اسـتخدمت هـذه التقنيـة دون أن تـدرك ماهيتهـا حيـث كانـت السـيوف الدمشـقية التـي اسـتخدمت مـا بـين عـامي " ٩٠٠ – ١٧٥٠ م " والتـي عـرف عنهـا حـدتها وقوتهـا ومتانتهـا ، وعـرف عنهـا أيضًـا أنهـا تقطـع السـيوف الأوربيـة وحتـى الصـخور ، وامتـازت أيضـا بـالنقش علـى نصـلها ، حيـث تـم الكشـف عـن هـذا السـر العجيـب للسـيف الدمشـقي مـن قبـل إحـدى البعثـات الألمانيـة ، فقـد تبـين ذلـك أثنـاء تحليـل لقطعـة منـه وجـود لآثـار أنابيـب متناهيـة الصـغر مـن الكربـون ، واليـوم صـارت تلـك الأنابيـب متناهيـة الصـغر مـن الكربـون قمة تقنية النانو أو علم المواد متناهية الصغر[٤٠] .

٢- **عـام ١٨٥٧م : العـالم " مايكـل فـاراداى " :** أول مـن قـدم وصـفًا بمعنـاه العلمـي للخصـائص والسمات البصـرية للمعـادن النانويـة فـي ورقتـه البحثيـة الكلاسـيكية عـام ١٨٥٧م ، فـي حـين أوضـح الباحـث " تيـرز " فـي ورقـة بحثيـة أخـرى أنـه " مـن المعـروف جيـدا عنـدما يـتم وضـع رقـائق الـذهب أو الفضـة علـى سطـح زجـاجي ثـم تـم تسخينـه لـدرجة حـرارة أقـل مـن (٥٠٠درجـة مئويـة) يحـدث تغيـر ملحـوظ فـي الخصـائص ، حيـث يـتم إتـلاف اسـتمرارية الطبقـة المعدنيـة وتكـون النتيجـة أن ينتقـل الضـوء الأبـيض بحريـة ويتلاشـى الانعكـاس بصـورة تلقائيـة نتيجـة لـذلك فـي حـين تتزايد المقاومة الكهربائية[٤١].

٣- **عـام ١٢٨٨هـ - ١٨٦٧م : العـالم الفيزيـائي الاسـكتلندي " جـيمس ماكسـويل ":** أجـرى تجربـة تعـرف باسـم (عفريـت ماكسـويل Maxwell's demon) تخيـل فيهـا مخلوقًـا ذريًـا يقـف حارسًـا علـى بوابـة ذريـة تفصـل بـين وعـاءين يحتويـان علـى غـاز ، ويقـوم بتنظـيم جزيئـات الغـاز بواسـطة منـع ذرات الغـاز النشـطة مـن اجتيـاز البوابـة والسـماح للـذرات الأقـل نشـاطا بعبورهـا . فقـد كـان هـذا الاختـراع هـو مـن فـتح البـاب لتقنيـة النـانو . حيـث ولـدت فكـرة الـتحكم فـي تحريـك الـذرات والجزيئـات ، هـذه الفكـرة لهـا مـن التطبيقـات مـا يجعلهـا مـن المبـادئ المميـزة لتقنيـة النـانو وسـاعدت العلماء بعد ذلك على الانفتاح في هذا المجال .

٤٠- مجلة العلوم ، الترجمة العربية لمجلة ساينتفيك أمريكان scientific American . تصدر شهريا في دولة الكويت عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المجلد ١٧ ، أغسطس ، سبتمبر ٢٠٠١م ، سر السيوف الدمشقيةDj . فيرهوفن ، ص١٥ .

41 -Faraday, Michael: Experimental relation if gold(and other metals) to light, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 147:145–181. doi: 10, 1098 / rsti, 1857.

٤- **عـام١٣٧٨هـ - ١٩٥٦ م : العـالم " أهليـر " :** حيـث تمكـن مـن تسـجيل مشـاهداته للسـيلكون الإسفنجي" silicon porous" .

٥- **عـام ١٣٨٠هـ - ١٩٥٩م :**عـالم الفيزيـاء الشـهير " ريتشـارد فينمـان RICHARD Feynman " قـال فـي محاضـرة لـه فـي الجمعيـة الأمريكيـة الفيزيائيـة بـأن هنـاك متسـع كبيـر فـي القـاع " POTTOMTHER SPLENTY YODMATTHE"" كانـت هـذه الصـيحة عنوانـا لمحاضـرته التاريخيـة التـي ألقاهـا فـي حفـل أقامتـه الجمعيـة الأمريكيـة للفيزيـاء فـي مسـاء ليلـة بـاردة مـن ليـال شـهر ديسـمبر ١٩٥٩ م[٤٢]. وفـى حضـور كوكبـة مـن علمـاء الفيزيـاء الـذين أتـوا خصيصـا لحضـور تلـك الاحتفاليـة المقامـة تكريمـا لـه ولمجمـل أعمالـه الإبداعيـة الأصـلية فـي علـوم ميكانيكـا الكـم التـي نال عنها جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٦٥ م .

وتـتلخص محاضـرته فـي : إعطائـه تصـورًا ثابتًـا خلاقًـا ينبـئ عـن إمكانيـة تغييـر خـواص أي مـادة وتنظـيم سـماتها وذلـك عـن طريـق إعـادة ترتيـب ذراتهـا بالشـكل الـذى يتـأتى معـه الحصـول علـى تلـك الخـواص المتميـزة والمختلفـة تمامـا عـن سـماتها الأصـلية قبـل إعـادة هيكلتهـا ، وقـد أرجـع إيمانـه إلـى العلاقـة المباشـرة التـي تـربط "بنيـة STYUCTUE" المـادة وخواصـها سـواء أكانـت تلـك الخـواص خـواص كيميائيـة تتعلـق مـثلا بالنشـاط الكيميـائي ، أو خـواص فيزيائيـة مثـل اللـون والشـفافية ، أيضـا فـإن الخـواص الميكانيكيـة لأى مـادة مثـل الصـلابة والمرونـة وغيرهمـا تعتمـد كـذلك علـى البيئـة الداخليـة للمـادة وأمـاكن وجـود ذراتهـا وعـددها بشـبكتها البلوريـة "CRYSTALLATTIC " فهـذا الإنجـاز العلمـي الكبيـر قـد أثلـج صـدر البروفسـير " فينمـان " حيـث أثبـت صـحة نظريتـه ووضـع منتقديـه مـن المتشـككين فـي إفتراضـياته الرائـدة فـي حـرج بـالغ خاصـة بعـد أن تمكـن البروفسـير " إرك دريكسـلر ERIC Drexler" عـام ١٩٨١م عنـدما نشـر أول ورقـة بحثيـة فـي موضـوع يتعلـق بتطبيقـات تكنولوجيـا النـانو بعـد جهـد بحثـى ومعمـلي متواصـل أربـع سنـوات [٤٣] . قـال " الخـواص تكـون ميكانيكيـة لأى مـادة مثـل الصـلابة والمرونـة وغيرهمـا تعتمـد علـى البيئة الداخلية للمادة وأماكن وجود ذراتها وعددها بشبكتها البلورية "Crystal LATTICE"

٦- **عـام١٣٨٩هـ - ١٩٦٩م : العـالم " ليوايسـاكى " :** اقتـرح تصـنيع تركيبـات شـبه موصـلة بأحجـام النانو وتصنيع شبكات شبه موصلة مفرطة الصغر .

٧- **عـام١٣٩٥هـ - ١٩٧٤ م : العـالم اليابـاني " نوريـو تاينغوشـى N AriotANIGUCHi " :**مـن جامعـة طوكيـو باليابـان أول مـن اسـتخدم مصـطلح تقنيـة النـانو كمـرادف لوصـف الآلات الدقيقـة والتـي كانـت بمقيـاس الميكـرو آنـذاك ، وذكـر أن هـذه التقنيـة أطلقـت علـى بحـث جديـد فـي أحـد أقسـام الهندسة في الجامعة لفصل أو ربط أو تغيير المادة بمقدار ذرة أو جزئية واحدة .

---

42 - P. K. Stoimenov, et al, "Metal Oxide Nanoparticles as Bactericidal Agents," Langmuir, Vol. 18, No. 17, 2002, pp. 6679-6686.

43 - Terome Taranto et. al: separation and purification technology, vol. 67,2009, pp.187-195.

and A. I

٨- **عـام١٤٠٢هـ - ١٩٨١م : العالمـان السويسـريان "جيـردبينيج– هنريكروهـو":** تمكنـا مـن اختـراع الميكروسـكوب النفقـي الماسـح " ScanningTUNNeLHNgMICrOSSOPYSTM" مـن قبـل شـركة Ibm وهـو جهـاز يقـوم بتصـوير الأجسـام بحجـم النـانو ، وحصـل العالمـان علـى جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٨٦م بسبب هذا الاختراع .

٩- **عـام ١٤٠٧هـ - ١٩٨٦م :" إريـك ريكسـلر" :** ألـف كتـاب " محركـات التكـوين Engines of creation " ذكر فيها المخاطر المتخيلة لتقنية النانو

مثـال : صـنع محركـات ومركبـات نانويـة تسـتطيع نسـخ نفسـها ، ولا يمكـن الحـد مـن انتشـارها . وبسـط فـى كتابـه الأفكـار الأساسـية لتقنيـة النـانو منهـا إمكانيـة صـناعة أى مـادة بواسـطة وصـف مكوناتهـا الذرية الواحدة تلوا الأخرى .

١٠- **عـام١٤١٢هـ - ١٩٩١م : العـالم " سـوميولجيما " :** الباحـث اليابـاني اكتشـف أنابيـب الكربـون النانويـة ((Nano tube carbon ، وهـى عبـارة عـن اسـطوانات مـن الكربـون قطرهـا عـدة نـانو متـرات ، ولهـا خصـائص الكترونيـة وميكانيكيـة متميـزة ممـا يجعلهـا مهمـة لصـناعة مـواد وآلات نانوية مدهشة . ثم ظهرت بعدها البلورات النانوية شبه الموصلة (٤٤) .

١١- **عـام ١٤١٦هـ - ١٩٩٥م : العـالم " منجـى باونـدى " :**عـالم كيميـائي تمكـن مـن تحضـير حبيبـات شبه موصلات الكاديوم / الكبريت – ذات قطر من (٣ – ٤ نانو متر).

١٢- **عـام ١٤١٧هـ - ١٩٩٦ م : العلمـاء " هارولـدكرونو– ريتشـارد سـمالي– روبرتكيرلـى " :** اكتشـفوا الفلورينـات وهـى عبـارة عـن جزيئـات تتكـون مـن ٦٠ ذرة كربـون تتجمـع علـى شـكل كـرة . وقد حصلوا على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٩٦ م .

١٣- **عـام ١٤١٨هـ - ١٩٩٨- م : العـالم :** سـامي بـن سـعيد بـن علـى حبيـب : كانـت بدايـة اهتماماتـه بتقنيـات النـانو عـام ١٩٩٨ م مـن خـلال أبحاثـه عـن المـواد المركبـة لاسـتخدامات منشـئات الطـائرات والمركبـات الطـائرة حيـث اسـتطاع أن ينقـل أفكـاره عـن هندسـة الطيـران إلـى علـم النـانو ، وقـام بـالكثير مـن الأبحـاث فـي هـذا المجـال منهـا " أبحـاث فـى الأنابيـب الكربونيـة النانويـة " ولـه العديـد مـن الدراسـات والمقـالات عـن طبيعـة تقنيـة النـانو للعـالم النـامي وأخـرى عـن تطبيقـات النـانو فـى مجـال الطـب ، وهـو مؤسـس لمركـز التقنيـات متناهيـة الصـغر " النـانو " بجامعـة الملـك عبـد العزيز .

١٤-**عـام١٤٠٠هـ -٢٠٠٠ م : العـالم الفلسـطيني " منيـر منايفـة " :** تـم مـن خلالـه اكتشـاف وتصـنيع عائلـة مـن حبيبـات السـيلكون أصـغرها ذات قطـر " ١نـانو " وتتكـون مـن ٢٩ ذرة سـيلكون سـطحها علـى شـكل الفلورينـات الكربونيـة . إلا أن داخلهـا غيـر فـارغ وإنمـا تتوسـطها ذرة واحـدة منفـردة . هـذه الحبيبـات عنـد تعرضـها لضـوء فـوق بنفسـجي فإنهـا تعطـى ألوانًـا مختلفـة حسـب قطرهـا تتـراوح بـين الأزرق والأخضـر والأحمـر ، أمـا التجمـع الـذاتي " self – assembly " للجزيئـات أو ربطهـا تلقائيـا مـع سـطوح فلزيـة أصـبحت فـي الوقـت الحاضـر ممكنـة لتكـوين صـف مـن الجزيئـات علـى سـطح كالـذهب وغيـره (٤٥). واسـتحدث طريقـة ليزريـة تسـمى (التـأين الزينـي) لكشـف

٤٤- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م ، يونيو نسخة الكترونية ، شعبان ١٤٣٢هـ - يوليو ٢٠١١م ، مطابقة لنسخة الطبعة الأولى ، جمادى الآخرة ١٤٣٠هـ - ٢٠٠٩م ، طباعة وتوزيع من وزارة الثقافة والإعلام فى المملكة العربية السعودية ، مرجع سابق ص٩-١٤ .

٤٥- منايفة ، منير منايفة ، عالم ذرة فلسطيني ولد في فلسطين عام ١٩٤٥م بقرية شويكة بجوار طولكرم تمكن من الإجابة على استفهام هام طرحه عالم الفيزياء الشهير " ريتشارد فاينمان " في عام ١٩٥٩ م عندما تساءل " ماذا يحدث لو

الـذرات المنفـردة وقياسـها بـأعلى مسـتويات الدقـة والـتحكم ورصـد بهـا ذرة واحـدة مـن بـين ملايـين الـذرات وكشـف هويتهـا لأول مـرة فـى تـاريخ العلـم ، بـذلك يكـون قـدم الإجابـة علـى تسـاؤل الفيزيـائي " ريتشـارد فاينمـان " عـن إمكانيـة تحقيـق حلمـه بـدخول خيالـه العلمـي إلـى واقـع حقيقـي .كتـب بالـذرات أصـغر خـط فـى التـاريخ (حـرف أ وبجانبـه قلـب) رمـز الحـب لفلسـطين وانتشـرت فـى كبـرى المجـلات العلميـة ووكـالات الأنبـاء العالميـة ، والفائـدة مـن الكتابـة والرسـم بالـذرات أنـه اسـتطاع الـتحكم بتحريـك الـذرات بدقـة وإعـادة ترتيبهـا كمـا يشـاء بالإضـافة إلـى تصـويرها مكبـرا واستخدم فى ذلك المجهر النفقى الماسح (٤٦).

١٥- عـام١٤٠٠هـ -٢٠٠٠م : أعلنـت أمريكـا عـن مبـادرة (تقنيـة النـانو الوطنيـة nni) والتـي جعلـت تقنيـة النـانو اسـتراتيجية وطنيـة وفتحـت مجـال الـدعم الحكـومي الكبيـر لهـذه التقنيـة فـي جميـع المجالات الصناعية والعلمية والجامعية

١٦- عـام ١٤٠٢هـ -٢٠٠٢م : قامـت اليابـان بإنشـاء مركـز متخصـص للبـاحثين فـي تقنيـة النـانو وذلـك بتـوفير جميـع الأجهـزة المتخصصـة ودعـم البـاحثين وتشـجيعهم وتبـادل المعلومـات فيمـا بينهم (٤٧) .

١٧- عـام ١٤٠٣هـ - ٢٠٠٢ م : أجـرى بـاحثون مـن شـركة " دوبونـت DuPont " الأمريكيـة المتخصصـة فـى صـناعة أنابيـب الكربـون النانويـة ، والـذى يعتبـر مـن أكثـر الأبحـاث تطـورا مـن حيـث دراسـة الأخطـار المحتملـة للمـواد علـى القيـاس النـانو ففـي عـام ٢٠٠٢ قـاموا بحقـن أنابيـب نانويـة فـى رئـة الفئـران . وظهـرت النتـائج علـى عكـس المتوقـع . حيـث بـدأت الفئـران تلهـث بسـبب حاجتها للهواء وشعورها بالاختناق ، ونفق " مات" منها ١٥% فى مدة وجيزة (٤٨) .

١٨- عام١٤٠٣هـ -٢٠٠٣ م : تم معرفة أسرار هذه التقنية والتحكم بعالم المواد النانوية .

١٩ - **عـام١٤٠٤هـ -٢٠٠٤ م :** بـدأت رحلـة التطبيقـات الصـناعية لهـذه التقنيـة حيـث اسـتخدمت المـواد النانويـة فـى صنـاعة المطـاط المـاليزي وكانـت النتـائج مذهلـة ، فقـد قفـزت الخصـائص الميكانيكية للمطاط من (١٢ / ٢٠) ضعفا بإضافة أجزاء بسيطة من المواد النانوية .

استطاع الانسان التحكم في حركة ومسار الذرة ، ونجح في إعادة ترتيب مواضعها داخل المركبات الكيميائية عندما نجح في تركيب الذرات منفردة ذرة .عمل على تأسيس فرع جديد في علم الكيمياء يدعى " كيمياء الذرة المنفردة " الذى يمهد بدوره لطفرة طبية سوف تسهم في علاج العديد من الأمر الأمراض التي وقف العلم عاجزا أمامها سنوات طويلة ، حيث يتيح هذا الإنجاز بناء أجهزة ومعدات مجهرية لا يزيد حجمها عن عدة ذرات مما يمكنها من الولوج في جسم الانسان والسير داخل الشرايين والوصول إلى أعضائه الداخلية . له ما يزيد على ثلاثين مقالا وبحثا علميا . شارك مع آخرين في إعداد وتأليف العديد من الكتب عن علوم الليزر والكهربية والمغناطيسية . وردت الإشارة إلى اسم نايفة في العديد من موسوعات العلماء المشاهير ، وكان من أبرزها " موسوعة بريتنيكا الشهيرة – موسوعة ماجر وهيل " وقائمة رجال ونساء العلم الأمريكي
للمزيد ينظر : الصالحي ، الضويان ، محمد بن صالح الصالحي ، عبد الله صالح الضويان ، مقدمة في تقنية النانو ، إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات ، الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين ، ١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م ، ص٢١، ٢٢ ، ٢٣.

٤٦- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م يونيو مرجع سابق ، ص٩-١٤ .

٤٧ - الصالحي ، الضويان ، محمد بن صالح الصالحي ، عبد الله صالح الضويان ، مقدمة في تقنية النانو إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات ، الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين ، ١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م ، ص٢١، ٢٢ ، ٢٣. مرجع سابق ، ص٢٦ – ٣٥

٤٨- عوف ، أحمد عوف محمد عبد الرحمن ، طب النانو ، الآفاق والمخاطر ، مكتبة الأسرة ، ٢٠١٣ ص١٠٠ ، ١٠١ .

٢٠-عـام١٤٠٥هـ - ٢٠٠٥م : قـام معهـد التكنولوجيـا فـى نيوجرسـي بدراسـة حـول تـأثير الجزيئـات النانويـة علـى حيـاة النباتـات ، وبينـت أن الجزيئـات النانويـة مـن مـادة الألومنيـا (أكسـيد الألمونيـوم) تبطـئ مـن نمـو جـذور النباتـات . يقـول العـالم " دانيـال واتـس DanicL watts " المشـارك لهـذه الدراسـة ومـدير معمـل خصـائص المـواد فـى هـذا المعهـد . أن الجزيئـات النانويـة مـن مـادة الأمونيـا تبطـئ نمـو خمسـة أنـواع مـن النباتـات وهـى " الـذرة والخيـار والكرنـب والجـزر وفـول الصويا " (٤٩)

٢١- عـام ١٤٢٦هـ - ٢٠٠٧ م : البروفيسـور" بيتـر غرونبـرغ " : حصـل علـى العديـد مـن الجـوائز العالميـة المتخصصـة فـى مجـال " تكنولوجيـا النـانو " منهـا : جـائزة " أى بـي سـي " العالميـة للمـواد الجديـدة وجـائزة الاتحـاد الـدولي للفيزيـاء البحتـة والتطبيقيـة والمغناطيسـية وجـائزة هيوليـت باكـارد وجـائزة الفيزيـاء وجـائزة اليابـان العلميـة ٢٠٠٧ وجـائزة ألمانيـا للتكنولوجيـا والابتكـار عـام ١٩٩٨ واختـاره مكتـب البـراءات الأوربـي والمفوضـية الأوربيـة " مختـرع لعـام ٢٠٠٦ ، وحصـل علـى جـائزة نوبـل فـى الفيزيـاء عـام ٢٠٠٧ بسـبب اكتشـافه تكنولوجيـا " جـي إم آر " التـى تعمـل علـى زيـادة مقاومـة المـادة عنـد إحـداث تغيـر صـغير فـى المجـال المغناطيسـي . وقـد شـكلت هـذه التكنولوجيـا ثـورة فـى التقنيـات التـى تتـيح قـراءة المعلومـات المخزنـة علـى القرص الصلب ويشهد هذا المجال من العلوم الدقيقة " نانو ساينس" ازدهارًا عالمياً كبيرًا (٥٠).

٢٢- عـام ١٤٠٨هـ -٢٠٠٨ م : العـالم المصـري الكيميـائي " مصـطفى السـيد " : قـام بالمسـاهمة فـي التعـرف علـى الخصـائص الإلكترونيـة والبصـرية للمـواد النانويـة ، وتطبيـق هـذا فـي الطـب النـانوي واسـتخدام هـذه التقنيـة فـي عـلاج السـرطان بواسـطة مركبـات الـذهب الدقيقـة(٥١) . فهـذه الإنجـازات فتحـت البـاب علـى مصـراعيه للـدخول لعـالم النـانو بقـوة عـن طريـق البحـث العلمـي وقـدموا الكثيـر مـن الأبحـاث العلميـة القيمـة والاختـراعات المدهشـة فـى كافـة المجـالات ، وطرحـوا الكثيـر مـن الأفكـار الطموحـة التـى بنيـت علـى أسـاس علمـي قابـل للتطبيـق مـن خـلال تـوافر الأدوات والإمكانيات والوقت الكافي لدراستها ولتستفيد الشركات (٥٢)

٤٩- سلامة ، صفات سلامة ، النانو تكنولوجي (مقدمة فى فهم علم النانو تكنولوجي) الدار العربية للعلوم ناشرون ، طبعة أولى سنة ٢٠٠٩ ، ص٢٠٢ .

٥٠- Nano – products . bLogspot.com /2009 /05/6Log- post – 7 . htmi.]o, . زيارة فى ٢٨ / ٤ / ٢٠٢٠ .

٥١- السيد، مصطفى السيد ،عالم كيميائي مصري ولد عام ١٩٣٣م في مدينة أبو كبير – محافظة الشرقية . حصل على جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم عام ١٩٩٠م والعديد من الجوائز الأكاديمية العلمية من مؤسسات العلوم الأمريكية المختلفة ، ومنح زمالة أكاديمية علوم وفنون السينما الأمريكية ، وعضوية الجمعية الأمريكية لعلوم الطبيعة ، والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم ، وأكاديمية العالم الثالث للعلوم .تركزت أبحاثه حول استخدام تقنية النانو في مجال الطب وبخاصة في أبحاث السرطان ، فقد منحها الرئيس الأمريكي " جورج بوش " قلادة العلوم الوطنية الأمريكية في حفلة خاصة بالبيت الأبيض . وتلي بيان تكريمي جاء فيه : " يمنح الوسام الأعلى للعلوم في الولايات المتحدة الأمريكية إلى العالم الأمريكي مصطفى السيد " ويعتبر أول مصري وعربي يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية التي تعتبر أعلى وسام أمريكي في العلوم لإنجازاته فى مجال علوم النانو تكنولوجي وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب الدقيقة في علاج مرض السرطان .

٥٢- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م يونيو مرجع سابق ، ١٥ .

٢٣-عـام ١٤٣٣هـ - ٢٠١٢م : أجريـت دراسـة فـى جامعـة " wageningen " بهولنـدا لدراسـة تأثير الجزيئات المتناهية الصغر من الكربون .
مثـال : " المـواد العضـوية والفضـة ممثلـة للعناصـر المعدنيـة ، وذلـك علـى حيـاة دودة الأرض " Eqrtnworms " والتـي يشـير تواجـدها فـى التربـة إلـى جـودة هـذه التربـة للزراعـة. وخلصـت الدراسـة إلـى التـأثير السـلبي للكربـون المحفـز فـى صـورة متناهيـة الصـغر " Nano particles " علـى حيـاة هـذه الـدودة وتكاثرهـا فقـد ارتفعـت نسـبة المـوت فيهـا فيمـا كـان نموهـا بطـئ وانخفـض تعدادها بدرجة كبيرة [٥٣] .

٢٤-عـام ١٤٣٧هـ – أغسـطس ٢٠١٦م : أحمـد حسـن زويـل : لـيس مبتكـر تقنيـة النـانو بـل قـام بتطبيـق تقنيـة النـانو فـي مجـال الـذرات والروبوتـات بطريقـة مبتكـرة ، ابتكـر الـدكتور أحمـد زويـل نظـام تصـوير سـريع للغايـة يعمـل باسـتخدام الليـزر لـه القـدرة علـى رصـد حركـة الجزيئـات عنـد نشـوئها وعنـد التحـام بعضـها بـبعض، والوحـدة الزمنيـة التـي تلـتقط فيهـا الصـورة هـي فمتـو ثانيـة وهو جزء من مليون مليار جزء من الثانية.

نشـر أكثـر مـن ٣٥٠ بحثـا علميـا فـي المجـلات العلميـة العالميـة المتخصصـة مثـل : مجلـة سـاينس ومجلـة نيتشـر. ورد اسـمه فـي قائمـة الشـرف بالولايـات المتحـدة التـي تضـم أهـم الشخصـيات التـي سـاهمت فـي النهضـة الأمريكيـة، وجـاء اسـمه رقـم ٩ مـن بـين ٢٩ شخصـية بـارزة باعتبـاره أهـم علمـاء الليـزر فـي الولايـات المتحـدة (تضـم هـذه القائمـة ألبـرت أينشـتاين – ألكسـندر غراهام بيل) [٥٤].

---

[٥٣]- الوكيل ، محمد عبد الرحمن الوكيل ، النانو تكنولوجي (مقدمة فى فهم علم النانو تكنولوجي) مرجع سابق . ص١٩١ .

[٥٤]- أحمد حسن زويل (٢٦فبراير ١٩٤٦ – ٢ أغسطس ٢٠١٦) (بالإنجليزية ، Ahmed Hassan Zewail) هو عالم كيمائي مصري أمريكي حاصل على جائزة نوبل فى الكيمياء عام ١٩٩٩م لأبحاثه فى مجال الفيمتو ، حيث قام باختراع ميكروسكوب يقوم بتصوير أشعة الليزر فى زمن مقداره فمتو ثانية . وهكذا يمكن رؤية الجزيئات أثناء التفاعلات الكيمائية ، ويعتبر هو رائد علم كيمياء الفيمتو ولقب ب "أبو كيمياء الفيمتو " توفى عام ٢٠١٦ م . للمزيد ، وكالة أنباء الشرق الأوسط (الأحد ١١أكتوبر ٢٠٠٩) نسخة محفوظة ١٩ سبتمبر ٢٠١٦ على موقع واي باك مشين .

الفرع الثاني
خصائص المواد النانوية

أولا : خصائص تقنية النانو :

تنفرد المواد النانوية على اختلاف أنواعها بخواص (ميكانيكية – كيميائية - فيزيائية) فريدة تميزها عن المواد التقليدية ذات الحبيبات الكبيرة ، وحيث أن المواد النانوية هي بمنزلة أحجار بناء وتصنيع المنتجات الجديدة ، فإن تمتع هذه المواد المخلقة بخواص متقدمة ينعكس على كفاءة وأداء المنتج النهائي الذى يتم تصنيعه ، حيث تتوافر فيه خواص لا يمكن توافرها في منتجات المواد التقليدية[٥٥].

١- **خواص ميكانيكية :** تأتى الخواص الميكانيكية للمادة على رأس قائمة تلك الخواص المستفيدة من صغر أحجام الحبيبات ووجود أعداد ضخمة من ذوات المادة على أسطحها الخارجية .

أ- ترتفع قيمة الصلادة hardness[٥٦] للمواد النانوية وسبائكها وكذلك تزيد مقاومته strengthلمواجهة إجهادات الأحمال المختلفة الواقعة عليها وذلك من خلال تصغير مقاييس حبيبات المادة والتحكم في ترتيب ذراتها .

ب- يؤدى تصغير مقاييس حبيبات المواد السيراميكية إلى اكتسابها المزيد من المتانة toughness وهى صفة لا توجد في مواد السيراميك المعروفة بقصافتهاBrittleness ومقاومتها للتشكيل Deformation[٥٧] . وقد فتحت تلك الأبحاث وغيرها الباب على مصراعيه أمام الفئات الجديدة من المواد النانوية كي تستخدم وتوظف في مجالات متنوعة . وقد أظهرت نتائج الأبحاث الرامية إلى تطوير المواد السيراميكية ورفع قيم متانتها إلى تخليق أنواع جديدة من تلك المواد تستأثر لنفسها الجمع بين صفة المتانة العالية والقابلية للتشكيل [٥٨].

أ- تعتمد بعض السيارات من شركات إنتاج السيارات إلى إضافة مواد داعمة مخلقة من الحبيبات النانوية للأكاسيد الفلزية ، وذلك بغرض رفع قدرتها على تحمل الصدمات الناتجة عن الحوادث المرورية الخفيفة والمتوسطة .

ب- تعد الأغلفة المؤلفة من حبيبات النانو الفلزية التي تدمج مع حبيبات أخرى من مواد سيراميكية أحد المفاتيح الرئيسية المهمة الموظفة في صناعة أجسام الطائرات والمركبات الفضائية الأخرى وتحاشى ظاهرة الاجهادات الواقعة عليها نتيجة تعرض أجسام هياكلها الخارجية للوهن والضعف الذى كان السبب الرئيسي لوقوع الكثير من حوادث تحطم طائرات الركاب بشكل ملحوظ خلال النصف الثاني من القرن العشرين .

٥٥- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، كتاب عالم المعرفة رقم ٣٧٤ ، ٢٠١٠، سلسلة كتب ثقافة شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت صدرت السلسلة في يناير ١٩٧٨م ، مرجع سابق ، ص٦٦ .

56 -none, Acta Mater vol. 51 (2003) pp. 14811492 .M. sheriff el - exkandarany. j. said a,

٥٧- لقراءة نص المحاضرة الكامل على الموقع التالي: http: //www. Aps. Orglpublicatioons/ apsnews 1200012 history. Ctm . زيارة فى ٢٥ / ٥ / ٢٠٢١ .

٥٨- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، مرجع سابق ص١١٣ / ١١٨ .

ت- تستخدم حبيبات كربيد التيتانيوم ([٥٩])، وكربيد التنجستن ([٦٠]) . فى تصنيع تلك العدد والأدوات والحفر المستخدمة فى تقطيع الأجسام شديدة الصلادة ، والوصول إلى مكامن زيت النفط وبحيرات المياه الجوفية من خلال التعامل مع صخور الطبقات الجيولوجية عالية الصلادة بدلا من استخدام مادة الماس الأسود مرتفع الثمن ، والذى تنخفض خواصه عند خواص هذه المواد النانوية الجديدة .

ث- تجد الحبيبات النانوية مرتفعة الصلادة والمتانة مثل حبيبات " مادة أكسيد الألمنيوم – أكسيد الزركونيوم " مجالا لتطبيقاتهما ، حيث توظف فى تغليف الأسطح الداخلية لاسطوانات المحركات من أجل زيادة العمر الافتراضي لتلك المحركات ووقايتها من التآكل بالصدأ الذي تتعرض له نتيجة لتلامس مكوناتها الفلزية بعضها ببعض ، خاصة فى الأماكن مرتفعة الحرارة والتي تفقد معها الزيوت المستخدمة كفاءتها فى التبريد

٢- تجدر الإشارة إلى أن ارتفاع قدرة المواد النانوية في وقف امتداد الشروخ بأجسام المركبات الفضائية ناتج عن تناهى صغر مقاييس أحد أبعاد حبيباتها مما يعنى زيادة كبيرة في عدد الحدود الحبيبية التي تقوم بوقف ورصد امتداد الشروخ وزحفه في جسم الفلزة المركبة ، أي أنه مع تناقص أبعاد الحبيبات وصغرها إلى ما دون ١٠٠ نانو متر تزداد أعدادها ومن ثم تزداد أعداد حدودها الحبيبية التي تفصل كل حبيبة عن الأخرى

٣- خواص كيميائية : تشمل :

أ- تعد الزيادة الكبيرة في مساحة أسطح الحبيبات النانوية ووجود عدد ضخم من ذرات المادة على أوجه أسطحه الخارجية هما العامل الأهم والمؤثر في زيادة النشاط الكيميائي للمواد النانوية مما يضعها دائما على رأس قائمة المواد المرغوب في استخدامها بالتطبيقات الكيميائية المختلفة

ب- تعد المحفزات النانوية " Nano catalysts" المؤلفة من حبيبات فائقة النعومة ، والتي لا تتعدى مقاييس أقطار حبيباتها الداخلية ١٠٠ نانو متر ، أحد أهم هذه التطبيقات . حيث تتفاعل حبيبات المحفزات النانوية بقوة مع الغازات السامة والضارة " مثل أكسيد الكربون ، وأكاسيد النيتروجين المختلفة " الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري سواء فى المحولات الكهربائية والسيارات والمعدات مما يرشحها لأن تؤدى الدور الأهم والرئيسي فى الحد من التلوث البيئي بهذه المركبات العضوية شديدة السمية .

ت- تعد خلايا الوقود fuclcells أحد التطبيقات الأكثر أهمية للمحفزات النانوية المصنوعة من حبيبات الفلزات النبيلة Nobel metals – nanoparticles. **مثال :** فلز البلاتين pt. ومجموعته .

ث- لعل المستقبل القريب سوف يحمل لنا اكتشافات علمية مثيرة عن إمكان استخدام حبيبات نانوية من سبائك فلزية أقل تكلفة من مجموعة فلز البلاتين وسبائكه مما يمكننا من استخدام تكنولوجيا خلايا الوقود بطرق اقتصادية تفتح الباب نحو انتشارها وتعميمها كأحد أهم مصادر الطاقة

---

[٥٩]- المتر الواحد يساوى مليار نانو متر ، ومن ثم فإن ٢٢٠ ألف نانو متر (٢٢٠ ميكرو متر) تعنى 0.0002 من المتر . أى 0.22 من المليمتر الواحد.

[٦٠]-الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، مرجع سابق ، ص٦٧ .

الجديدة للمحفزات النانوية على الرغم من ارتفاع تكاليف إنتاجها على المستوى الصناعي وبالكميات الضخمة التي تتطلبها عمليات تكرير زيت النفط [٦١] .

٤- **خواص فيزيائية:** تتمثل في :-

أ- نقطة الانصهار حيث تتأثر قيم درجات حرارة انصهار المادة بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها.

مثال: درجة الحرارة التي يحول عندها تحول فلز الذهب النقي من الحالة الصلبة state solid – إلى الحالة السائلة liguidstate تعرف باسم نقطة الانصهار elting point هي 1604 درجة مئوية .

ب-إن قيمة انصهار الفلز الذهب تختلف باختلاف مقاييس أقطار حبيباتها ، حيث تتناقص بتناقص أقطار تلك الحبيبات تناقصًا ملحوظًا لتصل إلى نحو ٥٠٠ درجة مئوية عند تدنى مقياس أقطار حبيبات الذهب إلى نحو ١,٣٥ نانو متر ، هذا على الرغم من تساوى حبيبات الذهب ذات الأقطار المختلفة التركيب الكيميائي وخلوها من الشوائب ، ومن هذه العلاقة يتضح لنا أنه بالإمكان التأثير في خواص وسلوك المادة من خلال تصغير مقاييس حبيباتها مما يؤدى إلى تخليق عدة مواد من المادة الرئيسية نفسها بحيث تختلف كل منها عن الأخرى في الخواص والصفات اختلافا كبيرًا وهذا مما يؤدى إلى اتساع رقعة التطبيقات التكنولوجية للمادة ومن دون إضافة أي مواد أو عناصر أخرى إليها كما هو متبع في تكنولوجيا تخليق المواد التقليدية حيث تضاف مادة أو أكثر إلى المادة الرئيسية لتغيير صفات معينة أو خواص بها .

ت-يقرر علماء الفيزياء سبب تناقص قيم نفط انصهار المادة مع تناقص حبيباتها إلى الزيادة الطارئة على مساحات أسطحها الخارجية واختلاف مواضع وترتيب ذرات فلز الذهب عما كانت عليه [٦٢].

٥- **خواص حرارية :**

تتغير خواص المواد الفيزيائية على المقياس النانوي فمثلا درجة انصهار الذهب العادي هو $1064^{o}C$ ولكن الذهب المصنع بترتيب الذرات على المقياس النانوي فتصبح درجة انصهاره حوالي $500^{o}C$ عندما تكون حجم حبيبات الذهب 1.35nm وتقل درجة الانصهار هذه كلما قلت حجم حبيبات الذهب .

٦- **خواص بصرية :** تتمثل في :

أ- استحوذت الخواص البصرية على اهتمام الباحثين والعلماء في مجال البصريات وذلك نظرا للخواص غير المسبوقة التي تمتلكها تلك المواد ، حيث تختلف خواصها البصرية عن نظائرها من المواد التقليدية كبيرة الحبيبات ، ومن المثير للدهشة امتداد تأثير حجم الحبيبات إلى تغير الخواص البصرية للمادةoptical properties ومنها التشتيت أو التكسير الضوئي scattering lightلسطح المادة .

مثال : لون حبيبات الذهب النقي المعروف التي تزيد أقطارها على ٢٠٠ نانو متر هو اللون الذهبي الأصفر الذي نعرفه.

---

[٦١]- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، عالم المعرفة الكويت ٢٠١٠ ، مرجع سابق ، ص ٧٩ – ٨٠

[٦٢]- نفس المرجع السابق ، ص ٧٩ – ٨٠ .

ب- إذا ما تم تصغير هذه الحبيبات إلى أقل من ٢٠ نانو متر فإنها تكون عديمة اللون " شفافة " ومع زيادة تصغير الحبيبات تظهر الحبيبات بألوان مختلفة من الأخضر إلى البرتقالي ثم الأحمر ، وذلك وفقا لقيم مقاييس أبعاد أقطارها ، وينعكس تصغير أحجام حبيبات الذهب على قدرة تلك الحبيبات لمقاومة التكسير الضوئي وجمعها بين انبعاث طيف ضيق المدى sharp Emission Banal وطيف استثارة واسع المدى Broad excitation.

ت- يعد مجال الإلكترونيات والبصريات أحد أهم المجالات التطبيقية الخاصة بالمواد النانوية التي تجمع في خواصها صفات بصرية وقدرة فائقة على التوصيل الكهربي ، وكذلك أنابيب الكربون حيث تستخدم هذه المواد في صناعة الشاشات عالية الدقة فائقة التباين ونقاء حبيبات الذهب والفضة والألوان .

مثال : شاشات التلفاز والحاسبات الحديثة [٦٣] .

٧- **خواص مغناطيسية:** تشمل :

أ- تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقاييس المادة المصنوع منها المغناطيس، وكلما صغرت تلك الحبيبات وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية ووجود الذرات على تلك الأسطح كلما زادت قوة وفعالية المغناطيس وشدته.

ب-تعد المواد النانوية ذات الخواص المغناطيسية أهم مصادر تلك المواد التي تدخل في إنتاج تلك المغناطيسيات فائقة الشدة المستخدمة في المولدات الكهربائية الضخمة ومحركات السفن والبواخر العملاقة.

ت- تدخل الحبيبات النانوية للمواد المغناطيسية في صناعة أجهزة التحليل وكذلك في صناعة أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي(mRi) MagneticResonancesonance / merging وكذلك أجهزة التشخيص الطبيmedical Diagnoshes بوجه عام[٦٤] .

٨- **خواص كهربائية:** تتمثل في :

أ- أثر تناهى صغر أحجام حبيبات المواد النانوية وكذلك كثافة أعداد الحدود الحبيبية بالإيجاب على خواصها الكهربائية التي تتمثل في قدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربائي .

ب- تستخدم المواد النانوية الآن في صناعة الحساسات الدقيقة والشرائح الإلكترونية بمختلف الأجهزة الحديثة كما تستخدم بكثافة في صناعة مكونات الهواتف الخلوية والحاسبات مما مكن هذه القطاعات الصناعية من إنتاج أجهزة خفيفة الوزن عالية المواصفات التقنية ، وفى الوقت نفسه منخفضة التكلفة .

ت- ليس من المنطقي أن تتبع المواد النانوية فى حركتها وتفاعلاتها وسلوكياتها كلاسيكيات " نيوتن " الخاصة بقوانين حركة الأجسام الضخمة وتفاعلاتها ، وبعد مضى عشرة أعوام أتت جهود " ماكس بلانك " وأعقبتها إنجازات " أينشتين " الفذة ونظرياته لترسيخ قواعد الفيزياء الحديثة .

---

[٦٣]- عوف ، أحمد عوف محمد عبد الرحمن ، طب النانو ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب .الهيئة المصرية العامة للكتاب ، مرجع سابق ، ص ٢٤ ، ٢٥ .

[٦٤]- the national nanotechnology1nitiative : strategic p/ an national science and technohnology council,December. اللجنة الفرعية للتقنيات الهندسية والعملية الصغيرة.

ث- صغر حجم حبيبات المواد النانوية وزيادة المساحة السطحية انعكس على الخواص الكهربية فالمواد العازلة مثل البوليمرات أصبحت على المقياس النانو موصلة وتمتلك قدرة على توصيل التيار الكهربي لتستخدم فى نقل التيار الكهربي بدلا من استخدام أسلاك نحاسية مكلفة الثمن فى حين أن البوليمرات أرخص ، كذلك أشباه الموصلات تصبح موصلة على المقياس النانوي فيصبح السليكون موصلا جيد للتيار الكهربي .

ج- من هذه الخواص الجديدة التى امتلكتها المواد النانوية نلاحظ مدى أهميتها فى الحصول على تطبيقات تقنية كثيرة لتدخل مواد جديدة مثل السيراميك والبوليمرات فى تقنيات لم يكن لخواصه العادية استخدامها فيها(٦٥)

٩- **خواص ضوئية :** تتمثل فى :-

- تتغير الخواص الضوئية أيضا فالذهب النقي الذى يكون حجم حبيباته حوالي 300 نانو متر فى الحالة الطبيعية هو اللون الأصفر الذهبي ولكن إذا تم تصغير حبيباته لأقل من ٢٠ نانو متر تصبح عديمة اللون وشفافة ، ومع تصغير حجم الحبيبات أكثر يتحول لونه إلى اللون الأخضر ثم البرتقالي ثم الأحمر. وهذا بسبب تغير أقطار الحبيبات واختلاف تشتت الضوء عليه ، ومن ثم تطبيقات هذه الخاصية هو صناعة شاشات جديدة فائقة الدقة وبألوان أكثر تباينًا ونقاءًا .

١٠- **خواص بيولوجية :** تتمثل في :

أ- تظهر في زيادة قدرة المواد النانوية على النفاذ واختراق الموانع والحواجز البيولوجية وتحسين التلازم والتوافق البيولوجي مما يسهل وصول العقاقير العلاجية والأغذية إلى خلايا معينة (٦٦)

ب- يعتمد أساس عمل تقنية النانو على إعادة ترتيب الذرات لتصنيع جزيئات جديدة محددة ومخطط لها. **مثال :** الألماس والفحم كلاهما مصنوعان من الكربون .

ت- إن ترتيب الذرات في جزئ الألماس يختلف عن ترتيب الذرات في جزيئات الفحم ، ويجب أن يتم تحقيق خطوات لإنتاج بضائع بتقنية النانو على النحو التالي :

- يجب على العلماء أن يكونوا قادرين على معالجة الذرات المنفردة .

- تطوير آلات نانوية مجهرية تدعى " المجمعاتassembles" يمكن أن تبرمج لمعالجة الذرات والجزيئات عند الرغبة .

- القدرة على خلق مجمعات كافية لبناء سلة استهلاكية نانوية وتسمى تلك الآلات " المستنسخات yeplicatays " وتبرمج لبناء مجمعات أكثر ويجب أن تعمل المجمعات والمستنسخات يدًا بيد لبناء منتجات بشكل آلي(٦٧)

٦٥- المطيري ، طارق بن طلق المطيري ، بحث بعنوان ، دور تقنية النانو فى الحد من الكوارث ورقة عمل مقدمة للجنة الحلقة العلمية المنعقدة بكلية التدريب فى جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية (استخدام التقنيات الحديثة فى مواجهة الكوارث)فى الفترة من ٦-٨ /٢ / ٢٠١٢. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ص١٤

٦٦- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، عالم المعرفة الكويت ٢٠١٠ مرجع سابق ، ص٨٢، ٨٣ .

67 -Mansour Alhoshan: Novel Nano array structures formed by template based approach: Characterization and electrochemistr, PhD thesis, M Minnesota university, 2007.

المطلب الثالث

مخاطر تقنية النانو

مقدمة :

رغم التقدم التكنولوجي في المواد النانوية إلا أن لهذه المواد النانوية آثارًا بالغةً على البيئة والصحة إذا كانت المواد التي يجرى إطلاقها غير متوافقة مع البيئة وخطرةً في الجو أو الماء . من هنا ثارت قضايا للجدل تتعلق بطبيعة الآثار المحتملة للمواد النانوية على الهواء والماء والتربة ، لذا يوصى الباحث بدراسة مستوى السموم والمخاطر المحتملة لهذه المواد على نحو شامل ، واتخاذ تدابير احترازية مختلفة لإدارة المخاطر المرتبطة بالمواد النانوية وإذا كان الإنسان يميل بطبيعته إلى التفاعل مع التقنية النانوية ، لذا ينبغي إنشاء آلية لتوعية المجتمع وتثقيفه ومشاركته فيما يتعلق بالآثار المحتملة لبحوث التقانة النانوية وبرامج تطويرها ، والطاقة والمياه وكذلك الحد من الغازات الدفينة والنفايات الخطرة . وعليه فإن استخدام المواد يؤدى إلى انخفاض الوزن وتوفير الطاقة أثناء النقل ويتم تحديد الآثار الفعلية الإيجابية والسلبية على حد سواء للمنتج على البيئة يتطلب دراسة دورة حياة كاملة بداية من إنتاج المواد الخام حتى التخلص منها في نهاية دورة الحياة . وقسم المطلب على النحو الآتي:

الفرع الأول : الجوانب الإيجابية لتقنية النانو .

الفرع الثاني : الجوانب السلبية لتقنية النانو .

الفرع الأول

الجوانب الإيجابية لتقنية النانو

١-الفوائد البيئية لتكنولوجيا النانو: هناك العديد من جزئيات النانو تم تفعيلها وتمتلك إمكانية توليد فوائد بيئية في كل عمليات الإنتاج والمنتجات العامة فأسطحها مصممة لتتسبب في تفاعلات كيميائية وبيولوجية محددة ، ويوفر هذا آليات غير مألوفة من أجل توصيل الدواء بشكل موجه إلى الإنسان والحيوان ، أو توصيل المبيدات والأسمدة للمحاصيل ويسهل التوصيل الموجه الاستخدام الأكثر كفاءة للمواد الأخرى . خصوصًا تلك التي لها تأثيرات سلمية على البيئة كالمبيدات الحشرية([٦٨]) . ويمكن لتقنية النانو أن تستخدم في إزالة التلوث البيئي حيث يمكن للآلات المجهرية إزالة الكيماويات السامة من مياه الصرف ، وقد تتمكن من استخلاص بعض النظائر المشعة من تصريف المفاعلات النووية .

٢- تكنولوجيا النانو تمنع التلوث والانبعاثات السمية عند المصدر من خلال حلولها: إذ تظهر الحافزات المبنية بطريقة نانوية والمستندة إلى أو كسيدات المعادن أو الجزئيات النانوية للمعادن وعودا بتقليل الانبعاثات الصناعية و المتأتية من المركبات .

مثال :- على المستوى النانوي تظهر جزيئات متنوعة القدرات مثيرة للإعجاب على معالجة الملوثات ، فالجزيئات النانوية لثاني أوكسيد التيتانيوم (tio2) تمتص الطاقة من الضوء ، ومن ثم تقوم بأكسدة الجزيئات العضوية القريبة ، ويتم استغلال هذه الخاصية في التحفيز الضوئي لصنع طلاء يقوم بجذب وأكسدة الملوثات كالانبعاثات الناجمة عن المركبات والصناعة ([٦٩]) .

٣-التحكم في بنية الغذاء وإعادة صياغته :- نتيجة التقدم الهائل في تقنية النانو المستخدمة في توصيف وتعيين خواص المادة عند المستوى الذرى والجزيئي لها قاد إلى تفهم عميق لطبيعة البنية النانوية للمكونات الداخلية في الأغذية . ذلك عن طريق توظيف الأجيال الحديثة من الميكروسكوبات الإلكترونية وميكروسكوبات القوة الذرية في أغراض توصيف وتعيين خواص المواد الغذائية . ومن ثم فقد أدى هذا إلى فتح آفاق جديدة في عمليات تصنيع الأغذية واختيار عناصر إضافية مفيدة لمواد أخرى بغرض إدخالها في بنية الغذاء ، مما يتيح رفع جودته وقيمته الغذائية ([٧٠]) .

٤-تكنولوجيا النانو في تغليف وتعبئة المواد الغذائية :- يتم تعبئة وتغليف وحفظ ما بين ٤٠٠إلى ٥٠٠ منتج غذائي بواسطة تقنيات النانو ، مع العلم أن شركة العبوات الغذائية في تصنيع عبوات تجمع في خواصها بين القوة وخفة الوزن ، كما تزود العبوات الغذائية "بحساسات نانوية nanosenors " عن طريق عرضها بالعبوة لتعمل على مراقبة الحالة

---

[٦٨]- تكنولوجيا النانو والبيئة ، متاح على الرابط . http://www.ga org. زيارة فى ٣٠ / ٣ /٠ ٢٠٢

[٦٩]- عياش ، لهيدي ، برهام ، العايب ، زبير عياش ، العربي بن لهيدي ، نور الهناء براهم سناء العايب ، تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي في المجال البيئي بين الفوائد والمخاطر . بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك . الجزائر مرجع سابق ، ص ١٣٩ .

[٧٠]- نوفنرتا ، ماسميليا نوفنرتا ، وآخرون ، مدخل إلى علم النانويات وتقانتها . ترجمة . محمد عبد الستار الشيخلى و آخرون ، سلسلة كتب التقنيات الاستشرافية والمتقدمة ، المنظمة العربية للترجمة ، لبنان ، ص٥٨ .

الداخلية والخارجية للمنتج الغذائي ، وذلك عن طريق تغير تدريجي بألوان المواد النانوية المكونة للحساسات المستخدمة بداخل العبوات الغذائية ([٧١]) .

٥-أغلفة النانو الغذائية وأثرها على المواد الغذائية : - تعمل المكونات النانوية المضافة على غلق مسامات تلك الأغشية لمنع تسرب غازات الأوكسجين أو ثاني أوكسيد الكربون إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة ومنع وصول الرطوبة إليه بالإضافة إلى تلك الحبيبات الصلصالية والتي تعمل على تقوية تلك الأغشية الرقيقة ووقايتها من التمزق أو التلف في أثناء التداول ، و تزيد أيضا من مقاومة الأغشية للحرارة المحيطة بالعبوة ([٧٢]) .

٦-تقنية النانو تحدث ثورة جديدة في مجال القوارير البلاستيكية :- تتفوق القوارير البلاستيكية بعدم تعرضها للكسر الناتج عن عدم الحيطة أثناء التداول أو النقل ومن أجل تحقيق هذا الهدف تتم تقوية مادة البلاستيك بإضافة أنابيب وحبيبات نانوية من الصلصال إليها ، وهذا يمنحها القوة والتفوق على القوارير الزجاجية على أن تتيح تلك القوارير البلاستيكية الاحتفاظ بالسوائل داخلها من دون التأثر بمشاكل التخزين المعروفة كالتلف مما عمل على زيادة باقي السوائل سليمة من دون تلف لمدة تتراوح من ٦ إلى ٨ أشهر([٧٣]) .

٨-تقنية النانو ومجال الزراعة :- تقنية النانو سوف تعمل على تحسين قوة المبيدات الكيميائية مع تخفيض تكلفة المعالجة الكيميائية للمحاصيل مما يعطى فعالية كبيرة فى القضاء على الحشرات والآفات التي تفتك بالمحاصيل الزراعية إلى جانب كونها مأمونة الاستعمال وأيضًا يتم تطوير أدوات نانو خاصة تساعد على تحسين الامتصاص الغذائي للنباتات مما يؤدى إلى الزيادة فى نمو النباتات وتحسين إنتاجها ، وكذلك باستخدام تقنية النانو يمكن صنع كواشف نانو لها القدرة على اكتشاف الأمراض التي تصيب النباتات وعرضها بشكل واضح مما يساعد المنتجين على مراقبة محاصيلهم بطريقة أكثر علميةً واحترافية . ويعتقد العلماء أن استخدام تقنية النانو سيساعد شركات الغذاء على إنتاج مواد غذائية خالية من أضرار المواد الحافظة وأقل كذلك ثمناً مما هى عليه اليوم وذلك من خلال استخدام أقل للمواد الكيميائية فى تحضير وإنتاج المواد الغذائية مستقبلاً ([٧٤]).

٩-تقنية النانو والتنمية البيئية المستدامة :- برز مصطلح التنمية المستدامة منذ عام ١٩٨٧وبالتحديد في تقرير اللجنة العالمية للبيئة والتنمية (مستقبلنا المشترك OUR COMMON FUTURE) والتي كان يرأسها رئيسة وزراء النرويج سابقا " BrUNDTLaNd

---

[٧١]- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، طب النانو الآفاق والمخاطر (مقال منشور على موقع الفريد للفيزياء) ، مرجع سابق ، ص١٢ .

[٧٢]- الشريف ، ولاء محمود على أحمد الشريف ، النانو تكنولوجي في مجال صناعة الغذاء مجلة أسيوط للدراسات البيئية . العدد ٤٢ ، جويلية ٢٠١٥ ، مرجع سابق، ص٣ ، وللمزيد الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، عالم المعرفة .الكويت ، ٢٠١٠ ، مرجع سابق ص٤١

[٧٣]- قاسم ، على يوسف حاج قاسم ، النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل ، المركز الوطني للمتميزين وزارة التربية الوطنية بسوريا ، بدون سنة نشر ، ص٢٣ .

[٧٤] - حمزة ، دربالة ، أماني محمد محمود حمزة ، على سليمان حامد ربالة ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مجالات عديدة الزراعة تكنولوجيا الغذاء ، المياه ، البيئة ، مكافحة الآفات ، دار الكتب العلمية ، بيروت لبنان ، ١٩٧١ ، ص٤٨ – ٦٢ .

" لـذلك يـذكر هـذا التقريـر فـي معظـم الأدبـيات باسمـــــها "WCED 1987"[٧٥]. وعرفـت مـن خـلال التقريـر بـأن التنميـة المسـتدامة هـي : " التنميـة التـي تلبـى احتياجـات الجيـل الحاضـر دون الإخـلال بقـدرة الأجيـال القادمـة علـى تلبيـة احتياجاتهـا "[٧٦] . وعرفتهـا هيئـة الأمـم المتحـدة بأنهـا " مجموعـة الوسـائل والطـــرق التـي تسـتخدم مـن أجـل توحيـد جهـود الأفـراد والسـلطات العامـــة بهـدف تحسيـــن المســـتوى الاقتصـــادي والاجتمـــاعي والثقـــافي فـــي المجتمعـــات القوميـــة والمحليـة "[٧٧] . وللتنميـة المسـتدامة أبعـاد " اقتصـادية – بيئيـــة – اجتماعيـة " "[٧٨] . وعـن أبعـاد التنمية البيئية فهي تحتوى على عدة أنظمة وهى .

أ-حمايـة المـوارد الطبيعيـة : مـن أجـل إنتـاج المـواد الغذائيـة والوقـود ابتـداءًا مـن حمايـــة التربـة إلـى حمايـــة الأراضـــي المخصصـــة للأشـــجار وحمايـة مصـايد الأسـماك لتلبيـة احتياجـــات الســـكان الآخـذين فـي التزايـد ومـع ذلـك فـإن الفشـل فـي صـيانة المـوارد الطبيعيـة التـي تعتمـد عليهـا الزراعـــة كفيلة بحدوث نقـص في الأغـذية في المستقبل[٧٩] .

ب-صـيانة وتنقيـة الميـاه : بعـض المنـاطق تقـل فيهـا الميـاه ويهـدد السـحب مـن الأنهـار باسـتنفاذ الإمـــدادات المتاحـــة كمـا أن الميـاه الجوفيـة يـتم ضخـــها بمعـــدلات غيـر مستدامـــة والنفـايات الصـناعية والزراعيـة والبشـرية تلـوث مـن الميـاه السـطحية والجوفيـة وتهـدد البحيـرات والمصبـــات فـي كـل بلـد تقريبـا . والتنميـة المسـتدامة فـي هـــذا المجـال تعنـى وضـع حـد للاسـتخدامات المبـددة وتحسـين كفـاءة شـــبكات المـــياه ، وتعنـى أيضـا تحسـين نوعيـة الميـاه وقصـر المسـحوبات مـن الميـاه السـطحية علـى معـدل لا يحـدث اضـطرابات فـي الـنظم الأيكولوجيـة التـي تعتمـد علـى هـذه الميـاه واسـتخدام " تقنيـة النـانو " فـي تطـوير تقنيـات معالجـة الميـاه التقليديـة التـي تضـم المعالجـات الكيميائيـة ، وتحليـة الميـــاه والتقنيـة والمعالجـة بالأشـعـــة فـوق البنفسجيـــة وغيرهـا مـن وسـائل تنقيـة الميـاه سـيؤدى إلـى رفـع كفـاءة هـذه التقنيـات حيـث تـوفر الميـاه للمحتـاجين إليهـا . وتقـدم تقنيـة النـانو فـي هـذا المجـــال الحيـــوي ثلاثـة تقنيـات معالجـة تضـم " أغشـية أنابيـب النـانو الكربونيـة – شـباك النـانو – مسـام الخـزف النانويـة " وتعمـل هـذه التقنيـات بطرق مختلفة وفقا للمميـزات الخاصة بكل تقنية .

مثـــال : تعمـل تقنيـة مسـام الخـزف النانويـة علـى حجـز ومنـــع مـرور العوالـق الدقيـــقة والفطريـــات والطفيليـــات والكائـــنات الحيـة الدقيقـــة والفيروسـات ، والمـواد الضـارة مـن مصـادر الميـاه العذبـة كالأنهـار والبحيـرات والـبرك . يجـرى العمـل حاليـا علـى تسـويق مرشـحات

---

[٧٥]- العصيمي ، عايد عبد الله العصيمي ، المسئولية الاجتماعية للشركـات نحو التنمـية المستدامة ، دار البازورى للنشـر والتـوزيع ، عمان ، الأردن ، سنة ٢٠١٥ ، ص٥٤ .

[٧٦]- مسعودي ، يحي مسعودي ، إشكالية التنمية المستدامة في ظل العولمة في العالم الثالث . مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، سنة ٢٠٠٩، ص١٠ .

[٧٧]- عياش ، مخلوف ، زبير عياش ، أميرة بن مخلوف ، الحكم الراشد لتحقيق التنمية المستدامة في أفريقيـا من منظـــور الآلية الإفريقية للتقييم من قبل النظراء ، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول آليات حوكمـة المؤسســات ومتطلبــات تحقيق التنمية المستدامة ، ورقلة ، الجزائر نوفمبر ٢٠١٣ ، ص٢٨٨ .

[٧٨]- ناصر، مراد ناصر، للمزيد، التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر، مجلة التواصل. العدد٢٦، جزان ٢٠١٠ ، ص٣٥ .

[٧٩]- فهل تستطيع تقنية النـانو حمايـــة نقص الغذاء والتغلب على هذه المعضـــلة التي تهـدد العالم وخاصة الدول الفقيرة بعد ظهور " فيروس كورونا " والانهيار الاقتصادي في العالم كله) .

نـانو عمليـة " Nano Filters " تنقـى الميـاه تنقيـة سـريعة بحيـث يسـتطيع الشـخص شـرب المـاء المرشـح مباشـرة مـن مختلـف مصـادره كالميـاه الجوفيـة والميـاه الراكـدة وميـاه الوحـل . وتتميـز تقنيـات النـانو الحديثـة بانخفـاض كميـة الطاقـة المسـتخدمة فـي تنقيـة الميـاه بالإضـافة لارتفـاع جـودة المياه المعالجة([٨٠]).

-التحفيـز الضـوئي : يعتبـر اسـتخدام المـواد المحفـزة النانويـة لمعالجـة الميـاه أكثـر كفـاءة مـن اسـتخدام مـواد محفـزة ضـخمة ، وذلـك لأن المـواد النانويـة تتميـز بمسـاحة سـطحية كبيـرة لتحتـك بـالمواد المتفاعلـة ، وتتضـمن طريقـة التحفيـز الضـوئي تفـاعلات منشـطة بضـوء الشـمس لتـدمير الملوثـات والكائنـات الحيـة ، ويـتم ذلـك باسـتخدام مـادة منشـطة ضـوئياً مثـل الجسـيمات النانويـة لثـاني أكسـيد التيتـانيوم " Tio2 " . وتعتبـر هـذه العمليـة اقتصـادية ولا تنـتج عنهـا مـواد جانبيـة حيـث يسـتطيع أى إنسـان وضـع الميـاه الملوثـة فـى زجاجـات وتنقـى الميـاه فيهـا بمجـرد تعريضـها للشـمس . كمـا اسـتخدمت طريقـة التحفيـز الضـوئي فـى وجـود الجسـيمات النانويـة لثـاني أكسـيد التيتـانيوم لتنقيـة الهواء الجوي .

- الترشـيح النـانوي : تسـتعمل أغشـية الترشـيح النـانو متريـة علـى نطـاق واسـع لإزالـة الأمـلاح الذائبـة الموجـودة فـى الميـاه المالحـة ([٨١]) . ولإبعـاد الملوثـات الميكـرو متريـة مثـل عنصـري الـزرنيخ والكـادأ نـانو متريـة مثـل أنابيـب النـانو الكربونيـة وأليـاف أكسـيد الألمونيـوم " الألومنيـا " . وقـد اسـتطاع كـلٍ مـن معهـد " رينزلـر التقنـي " فـى الولايـات المتحـدة الأمريكيـة وجامعـة بـان راس هنـدو فـى الهنـد . مـن ابتكـار وسـيلة مبسـطة لإنتـاج مرشـحات أنابيـب النـانو الكربونيـة والتـي بإمكانهـا وبكفـاءة عاليـة إزالـة ملوثـات بأحجـام الميكـرون والنـانو متـر مـن المـاء مثـل فيروسـات شـلل الأطفـال وبكتريـا الإيكـو لا . وفـى الحقيقـة وجـد أن مرشـحات أنابيـب النـانو الكربونيـة أكثـر مرونـة فـى إعـادة اسـتخدامها مـن الأغشـية التقليديـة وذلـك بعمليـة تطهيـر إمـا بواسـطة التسـخين أو التعقـيم ، ويرتكـز جـوهر فكـرة تصـنيع مرشـحات أنابيـب النـانو الكربونيـة ببسـاطة علـى أسـاس غـرس أنابيـب نـانو كربونيـة بتـزاحم شـديد وبوضـع متماثـل ومتجـاور لتشـكيل هيكـل متـين وقـوى يشـبه الغشـاء ويمكـن وصـف وظيفـة الأنابيـب علـى أنهـا مصـفاة جزئيـات تسـمح بمـرور جزيئـات المـاء الصـغيرة وتحتجز جزيئات الملوثات الكبيرة التي يصعب عبورها من خلال نفق الأنبوب ([٨٢]) .

ت- **تقلـيص ملاجـئ الأنـواع البيولوجيـة :** فـانقراض الأنـواع الحيوانيـة والنباتيـة آخـذ فـي التسـارع ، وفـى هـذا الخصـوص تحـث التنميـة المسـتدامة علـى حـف ثـروات الأرض فـي التنـوع البيولـوجي للأجيـال المقبلـة ، وذلـك بالعمـل علـى حفـظ السـلالات القـادرة مـن الحيوانـات وإيقاف عمليات تدمير الملاجئ والنظم الأيكولوجية .

---

[٨٠]- صالح ، محمود محمد سليم صالح ، تقنية النانو وعصر علمي جديد ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، الرياض ، ٢٠١٥ ص ١٤٦ .

[81] - Mackay CE, Johns M, Salatas JH, Bessinger B, prri M. Stochastic: probability modeling to predict the environmental stability of nanoparticles in aqueous suspension, Integrated environmental assessment and management, 2006 p:p39-98.

[٨٢] - الحلفى ، أسعد رحمان سعيد الحلفى ، تحلية المياه بتقنية النانو ، متاح على الموقع : http:// www. Phys4arab . net3/10 /2019 . زيارة فى ١٥ / ٧ / ٢٠٢٢ .

ث-حمايـة المنـاخ مـن الاحتبـاس الحـراري : التنميـة المستدامـة تعنـى بعـدم المخـاطرة بـإجراء تغييـرات كبيـرة فـي البيئـة العالميـة . مثـل : تغييـر أنمـاط سـقوط الأمطـار والغطـاء النبـاتي . هـذه التغييـرات مـن شـأنها إحـداث تغييـر فـي الفـرص المتاحـة للأجيـال المقبلـة ، ويعنـى ذلـك الحيلولـة دون زعزعـة اسـتقرار المنـاخ ، أو الـنظم الجغرافيـة والفيزيائيـة والبيولوجيـة ، أو تـدمير طبقـة الأوزون الحامية للأرض من جراء أفعال الإنسان ([٨٣]) .

٩- تقنية النانو واستشعار تلوث الهواء : - تمثلت في :-

أ- مواجهـة الإنسـان فـي عصـرنا الحـالي لمشـكلة تلـوث الهـواء نتيجـة نفايـات المصـانع والطيـران والمنتجـات الأخـرى فـي كـل مكـان ، وتلـوث الهـواء بالعناصـر والغـازات السـامة التـي تكـون فـي كثير من الحالات غير مرئية وغير محسوسة

ب- تقنيـة النـانو تقـدم كواشـف ذات حساسـية عاليـة جـدا تسـمى " كواشـف النـانو " وتسـتطيع اكتشـاف أي تلـوث فـي الهـواء بدقـة متناهيـة جـدا ، تصـل لحـد اكتشـاف بضـعة جزيئـات مـن الغـاز أو الأبخـرة الملوثة ، عكس التقنيـات التقليدية .

ت- تعتمـد تقنيـة النـانو علـى اسـتخدام أنابيـب النـانو الكربونيـة ، أو جسـيمات البلاديـوم النانويـة أو أسـلاك النـانو لأكسـيد الزنـك ، حيـث تتغيـر الخـواص الكهربائيـة كالمقاومـة والسـعة الكهربائيـة لهـذه الكواشـف لامتصاصـها الغـاز الملـوث . وعنـد التقـاط " كواشـف النـانو " جزيئـات الغـاز الملـوث توصـل الـدائرة الكهربائيـة ، ممـا يـؤدى إلـى تشـغيل كواشـف النـانو ودقـة هـذه الكواشـف تصل إلى حد اكتشاف بضع أيونات مما يجعلها ذات حساسية فائقة([٨٤]) .

ج- تقـدم الشـركات المنتجـة للمـواد النانويـة عـددا كبيـرا مـن المـواد الكيميائيـة الزراعيـة القائمـة علـى تصـغير حـجم حبيبـات المـواد الداخلـة فـي تركيـب المسـتحلبات التـي يقـل قطرهـا عـن ١٠٠ نـانو متر مما يضمن زيـادة هائلة في نشاطها وفعاليتها([٨٥]) .

١٠- تقنية النانو ومجال الطاقة الشمسية :- لتقنية النانو دور من خلال :

أ-عكـوف البـاحثين فـي أوائـل القـرن العشـرين علـى تطـوير الخلايـا الشمسـية مـن أجـل رفـع كفاءتهـا وخفـض تكلفـة إنتاجـها، لكـن للأسـف مـا زالـت تقنيـة الطاقـة الشمسـية فـي اسـتخداماتها محـددة لأسباب نذكرها: انخفاض كفاءة الخلايا الشمسيـة التقليديـة ارتفاع تكلفة إنتاجها.

ب-تقنيـة النـانو فـي العصـر الحاضـر تعـد بتقـديم حلـول جذريـة . فالخصـائص المذهلـة لجسـيمات النانو تمكنها مـن زيادتهـا في استغلال الطاقة الشمسية .

---

[٨٣]- بوخروبة ، أبو عمرة ، الغالي بوخروبة ، هالة حميد أبو عمرة ، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها ورقة بحثية مقـدمة ضمن فعاليات الملتقى الوطني حول المحاسبة الخضراء والتدقيق البيئي في ظل التنمية المستدامة ، جامعة / عبد الحميد بن بـاديس ، ٢٨ ٢٩ نوفمبر ٢٠١٧ ، ص٧،٨ . وللمزيد عطا حسن درويش ، هالة حميد أبو عمرة ، مستوى المعرفة بتطبيقـات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية . مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية . مجلد ٢٦ ، عدد١ ، ٢٠١٨ ، ص٢٠٢ .

[٨٤]- صالح ، محمود محمد سليم صالح ، تقنية النانو وعصر علمي جديد ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، الريـاض ، ٢٠١٥ مرجع سابق ، ص ١٤٩ ، ١٥٠.

[٨٥]- نفس المرجع السابق . ص ١٤٩ ، ١٥٠ .

مثال : تعد رقائق النانو إحدى تراكيب النانو البلورية التي ستكون قادرة على تحويل أكثر من ٣٠% من الطاقة الشمسية إلى كهرباء ، وسبب ذلك الأبعاد الدقيقة " أبعاد النانو " التي تتميز بها هذه التراكيب([٨٦]) .

ت-من التطبيقات المستقبلية الفريدة لتقنية النانو تحويل أكثر من ٦٦% من الطاقة الشمسية إلى كهرباء حسب ما صرحت به الحسابات النظرية باستخدام النقاط الكمية وهى أحد جسيمات النانو شبه الموصلة ، والتي تتراوح أبعادها ما بين ٢نانومتر إلى ١٠ نانو متر. أي ما يعادل ١٠ – ٢٠ ذرة تتميز النقاط الكمية بقدرتها على تحويل نطاق واسع من الطيف الكهرومغناطيسي طاقة كهربائية ، كما تتميز بقدرتها على إنتاج شحنات كهربائية أكثر " الكترونيات " وذلك بالتفاعل مع طاقة فوتون واحد ([٨٧]) .

ح-من المتوقع أن يتضاعف ما تنتجه خلايا الشمس من الكهرباء ، وتعتبر هذه النقاط هي مواد متناهية الصغر تأتى من الرصاص والسيلينيوم والكادميوم ، أي لا يتعدى قطر النقطة أجزاء من البليون من المتر ([٨٨]) .

١١– **دور تقنية النانو في مجال طاقة الرياح :-** تبين ذلك من خلال :

أ-ساعدت تقنية النانو على إنشاء مزارع رياح تنتج طاقة تعادل محطات الطاقة التقليدية . وتم ربط هذه التقنية بمحطات الرياح من خلال استبدال الألياف الزجاجية أو الألمونيوم المستخدمة في ريشة التوربين المولد للطاقة الكهربائية بأنابيب الكربون النانوية ، وهى عبارة عن اسطوانات مصنعة من ذرات الكربون سمكها أرق بعشرة آلاف من الشعر البشرى ، ولها خصائص كهربائية فريدة من نوعها .

ت-ساهمت تقنية النانو في التغلب على المعوقات المتعلقة بالاحتكاك في التربينات بمعالجتها من خلال تشحيم المراوح بمواد نانوية ، وطلاء المراوح بمواد متناهية في الصغر مضادة للماء لتفادى الظروف المناخية الصعبة كالجليد والرطوبة . كما استخدمت أجهزة استشعار للتنبيه على أعطال نظام التربينات ([٨٩]).

١٢- دور تقنية النانو في مجال طاقة الهيدروجين :-

أ-تستطيع تقنية النانو تنقية وتنظيف العوادم ميكانيكيا من خلال المحولات المحفزة والقائمة على جزيئات المعادن النبيلة النانوية ، أو من خلال المغلفات المحفزة على جدران الاسطوانة ، والجزيئات النانوية المحفزة والتي تستخدم كإضافات للوقود ([٩٠]).

---

[٨٦]- محمد ، نصيرة ، خليفة محمد ، مهيرة نصيرة ، تقنية النانو والجريمة البيئية ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، الجزائر ، ٢٠١٩ ، مرجع سابق، ص٣٦٧ .

[٨٧]- صالح ، محمود محمد سليم صالح ، تقنية النانو وعصر علمي جديد ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، الرياض ٢٠١٥ مرجع سابق ، ص ١٥٨.

[٨٨]- بوراس ، العشى ، فايزة بوراس ، هارون العشى ، مجلة العلوم الإنسانية ، جامعة أم البواقي الجزائر ، العدد٢ مجلد ٥ ديسمبر ٢٠١٨ ، ص٥٦٣ .

[٨٩]- الشيخ ، موسى ، فتح الله الشيخ ، محمود موسى ، قصة النانو تكنولوجي . حاضرها ومستقبلها المكتبة الأكاديمية القاهرة ص٤٩ وما بعدها

[٩٠]- بوراس ، العشى ، فايزة بوراس ، هارون العشى ، مجلة العلوم الإنسانية ، جامعة أم البواقي الجزائر ، العدد٢ ، مجلد ٥ ديسمبر ٢٠١٨ ، مرجع سابق ، ص٥٦٥ .

١٣- تقنية النانو والمجال الطبي :-

أ-استطاعت " التقنية الطبية النانوية " من خلال أجهزة الاستشعار النانوية أن تزرع في الدماغ لتمكن المصاب بالشلل الرباعي من الحركة والسير ، وإيصال الدواء إلى الأنسجة وهذا من أولويات البحث في المجال الطبي مما يعنى ذلك تواجد جزيئات الدواء في المكان المستهدف من الجسم ، حيث تعمل بأقصى فعالية ، فينخفض معدل استهلاك الدواء والتقليل من أعراضه الجانبية والتقليل من التكلفة الإجمالية للعلاج([٩١]) .

ت-قام الباحث الإيطالي " سيلفانودر إغونييرى " من جامعة باراي " باختراع أنف إلكتروني باستخدام أنابيب كربون نانوية ، تعمل على تشخيص أمراض السرطان عن طريق تحليل الدواء والذي يخرج من الرئتين خلال عملية الزفير ([٩٢]) .

٣- تقنية النانو الخضراء فى مجال الاتصالات والمعلومات :- لها دور بارز من خلال ما قامت به شركة " لوجتيك " خير دليل على التطور الكبير الذى يشهده هذا المجال ، حيث قامت الشركة السويسرية بابتكار لوحة مفاتيح شمسية صديقة للبيئة مخصصة لأجهزة آبل وتمكن اللوحة مستخدميها من الربط بين ثلاثة أجهزة فى نفس الوقت باستخدام تقنية البو توث ، وتتمتع البطارية المدمجة باللوحة بإمكانية شحنها عن طريق أشعة الشمس أو الضوء الاصطناعي لمدة ثماني ساعات متواصلة من الاستخدام لمدة ثلاثة شهور متتالية فى ظل الإضاءة المنخفضة ([٩٣]) .

---

[٩١]- عوف ، أحمد عوف محمد عبد الرحمن ، الطب النانو ، مجلة العبيكان . ص٩٢،٩٠ .

[٩٢]- الوكيل ، محمد عبد الرحمن الوكيل ، تأثير الجزيئات المتناهية الصغر على تركيب التربة وميكروباتها سنة ٢٠١٣ ، ص٨٥ .

[٩٣] - منايفة ، منير منايفة ، النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير ، الدار العربية للعلوم .بيروت لبنان ، ٢٠٠٩، ص٤٧ .

الفرع الثاني
الجوانب السلبية لتقنية النانو

(تقنية النانو " ليست خيرا محضا ، أو شرا محضا ، فكما أن لها العديد من الإيجابيات فلها العديد أيضا من المساوئ)

أولا :- تقنية النانو وتلوث البيئة :-

- **الآثار السلبية لتقنية النانو على البيئة :** ما زالت في مهدها ولم يتنبه إليها الكثيرون وإن كانت المبيدات والأسمدة المستخدمة فيها تقنيات النانو أتت بنتائج سريعة وحاسمة للهدف الذي صنعت من أجله . إلا أن أبعاد ذلك لم تدرس بعد على المدى الطويل ، فالتدخل القهري في تركيب البيئة يحتاج إلى فسحة من الدراسة المتأنية قبل الإقدام عليها دون ضوابط ([٩٤]) . وحذر العلماء من تأثير الألوان الداكنة التي تحملها الجسيمات متناهية الصغر العالقة بالماء والهواء ومدى صلاحيتهما للاستخدام وأثرها على التمثيل الضوئي للنبات .
- **تقنية النانو وتلوث الهواء :** أثبتت بعض الدراسات أن بعض جزيئات الكربون النانوية ومن بينها " أنابيب الكربون النانوية الطويلة المجوفة " يمكن أن تكون مواد سامة للخلايا الحيوانية ، كما يخشى أن تكون تلك الجزيئات قابلة للاستنشاق عن طريق الأنف وتلحق دمارا غير معروف نتيجته على خلايا المخ . أو أن تدمر أنابيب النانو الحمض النووي (DNA) إذا وضعت على الجلد ([٩٥]) .
- **الأبحاث المقدمة من شركة " دوبونت DuPont" الأمريكية المتخصصة في صناعة أنابيب الكربون النانوية :** تعتبر من أكثر الأبحاث تطورا من حيث دراسة الأخطار المحتملة للمواد على القياس النانوي . ففي عام ٢٠٠٢ قاموا بحقن أنابيب نانوية في رئة الفئران وظهرت النتائج على عكس المتوقع ، حيث بدأت الفئران تلهث بسبب حاجتها للهواء وشعورها بالاختناق ، وقد نفق " مات " منها ١٥% في مدة وجيزة . يقول المشرف على الفريق البحثي " ديفيد ورهاريت Davidwarheit" أنها أعلى نسبة نفوق ، لأن خاصية الأنابيب النانوية وهي " التجمع السريع " أدت إلى اختناق الفئران التي تعرضت لجرعة هائلة منها ، كما أن هذه الخاصية منعت أيضا وصول معظم هذه الأنابيب إلى عمق الرئة الأمر الذي كان سيؤدى إلى أضرار بعيدة المدى فيما لو حدث وإلى عدم إمكانية التخلص من هذه الأنابيب عن طريق السعال([٩٦]) .
- أشهر حالات التسمم بتقنية النانو ما حدث في مارس ٢٠٠٦ : حيث تعرض ٩٧ مواطن ألماني لمشاكل التنفس بعد استعمالهم لمادة خاصة بتنظيف الحمامات تسمى " النانو السحري

---

[٩٤]- الوكيل ، محمد عبد الرحمن الوكيل ، تأثير الجزيئات المتناهية الصغر على تركيب التربة وميكروباتها مرجع سابق ، ص٨٨ .

[٩٥]- سلامة ، صفات سلامة ، النانو تكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانو تكنولوجي) الدار العربية للعلوم ناشرون ، طبعة أولى ٢٠٠٩ ، ص١٩٢ .hptt://inde pendent . academia . EdulMahmoud Hewehy ص٧،٨ .تاريخ الدخول.١/ ٤ / ٢٠٢١ .

96 -the royal society and the Royal Academy of Engineering :Nano science and Nanotechnologies : opportunities and uncertainties, 2004.

" بعد ثلاثة أيام فقط من عرضها في السوق ، ونتيجة لما حدث فقد تم سحب ومنع ترويج هذه المادة ([٩٧])، كما أن استنشاق جزيئات الكربون في مستوى النانو لديها القدرة على الوصول للمخ والبقاء فيه محدثة خطر على الصحة ([٩٨]) .

- **تقنية النانو وتلوث المياه :** نظرا لوجود العديد من مواطن القصور في حصر البيانات المتعلقة بالتحليل البيولوجي لجزئيات النانو القابلة للذوبان والتحلل في الماء فإن الجزئيات الصغيرة المنتشرة في المياه تضع احتمالية كبيرة للتجمع في نقطة التقاء واحدة تصبح معها كبيرة شيئا فشيئا لتستقر في النهاية في مكان واحد تترسب على إثره . وتصبح عنصرا من عناصر تلوث المياه ، وهو الأمر الذي لا يزال مجرد فرضية تخضع للدراسة والتحليل .
- **مدى علاقة وتأثير مختلف الشروط المائية المتنوعة من ملوحة وعذوبة المياه :** الثابت أنه لا يوجد أحد يعلم عن مدى علاقة وتأثير مختلف الشروط المائية المتنوعة من ملوحة وعذوبة المياه ومستويات الفوسفور فيه على ثبات الجزيئات النانوية التي يتم استغلالها للتخفيف من سمية وتلوث المياه ، في حين يبقى مصير جزيئات النانو في التربة من الأمور الجد معقدة والغير معروفة فهذا التحليل يخضع لاحتمال كون تحديد مكان وكيفية وصول هذه الجزيئات للتربة مجهولا تماما ، كما أن لبعض هذه الجزيئات النانوية أن ترتبط كيميائيا بالعديد من جزيئات التربة أو الانفصال عنها ، مما يشكل خطرا على الأفراد يتطور مع الوقت ليرتب تلوثا بيئيا بعد أن كان الهدف منه القضاء عليه ([٩٩]) .
- **الباحثة " إيفا أوبيردورستر Eva oberdorsster " المتخصصة في السموم البيئية :** من جامعة " ساترن ميثوديست Methodist southern الأمريكية في دالاس " حذرت من سوء استخدام الأنابيب الكربونية النانوية المتناهية في الصغر بعد أن اكتشفت أنها تصيب الأحياء المائية بتلف في المخ ، حيث استخدمت الباحثة نوعا من الأنابيب الكربونية تسمى " باكي بولز Bucky balls " التي يسهل إذابتها في الماء ، ووضعت نسبة ضئيلة منها في الماء ، فوضعت نصف جزء منها مقابل مليون جزء من الماء في حوض للأحياء المائية وبعد مرور ٤٨ ساعة اكتشفت ظهور تلف كبير في أنسجة مخ الأسماك المعرضة لهذه الأنابيب النانوية حيث كان التلف في مخ السمك أكبر ١٧مرة مقارنة بأنسجة الأحياء التي لم تتعرض لهذه الأنابيب([١٠٠]).

---

[٩٧]- المنشاوي ، محمد أحمد المنشاوي ، النظرية العامة للحماية الجنائية للبيئة البحرية ، دراسة مقارنة مكتبة القانون والاقتصاد ، الرياض ، السعودية ، سنة ٢٠١٤ ، ص٦٥ .

[٩٨]- سلامة : صفات سلامة : النانو تكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانو تكنولوجي) الدار العربية للعلوم ناشرون ، طبعة أولى سنة ٢٠٠٩ ، ص١٩٢. للمزيد ، محمود هويهى ، تكنولوجيا النانو والبيئة ، مقال إلكتروني ، متوفر على الموقع الإلكتروني . hptt://inde pendent . academia . edulMahmoud Hewehy ، مرجع سابق، ص٧،٨ .تاريخ الدخول.١/ ٤ / ٢٠٢١ .

[٩٩]- عماري ، عمار عماري ، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها ، مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للمواد المتاحة ، جامعة سطيف ، ٧،٨ إبريل ٢٠٠٨ ، ص٥ . صالح خليل أبو إصبع ، الاتصال والتنمية المستدامة في الوطن العربي ، دار النشر للبركة والتوزيع ، الأردن ٢٠٠٩ . ص٢٦٤ .

[١٠٠]- وناسه ، بصدى وناسه ، الحماية الجنائية للبيئة الهوائية ، دراسة مقارنة ، أطروحة دكتوراه العلوم كلية الحقوق ، جامعة محمد بن خيضر، بسكرة ، الجزائر ، ٢٠١٦ /٢٠١٧ ، ص١٤٢ .

ثانيا : - تقنية النانو وقطاع الزراعة :-

- لم تساهم هذه التقنية في إيجاد آلات وأجهزة تحل مكان الإنسان في العمل . وتوفير دقة وسرعة في الإنتاج لا توفرها اليد العاملة البشرية ، وما ينتج عن ذلك من أمراض تؤثر على الصحة العامة للإنسان ، كون خصوصية تقنية النانو وصغر حجمها تمكنها من النفاذ إلى جهاز المناعة في الجسم من خلال خلايا الجلد والرئة (١٠١).
- قامت جامعة " زوتشيسر " بإجراء بحوث حول تقنية النانو من خلال استنشاق فئران التجارب بجزيئات النانو مما أدى إلى مضاعفات صحية خطيرة تعرض لها الفئران نتيجة استقرار جزيئات النانو في الدم والرئتين وتبين من خلال تأثير الجزيئات النانوية على الشعب الهوائية بشكل سلبي . وأن المواد النانوية المتناهية الصغر التي تدخل الجهاز الهضمي تختفي بشكل سريع من الجسم ، وتبين أن هذه المواد النانوية تستطيع العبور للأغشية المتناهية للخلايا فيمكن أن تؤثر على الأجنة خلال مدة الحمل والرضاعة ، وتؤثر بشكل سلبي على تطور المخ لدى الجنين (١٠٢) .

ثالثا :- تقنية النانو وقطاع الصناعة :-تقنية النانو وصناعة الأسلحة الكيماوية : تشكل هذه التقنية خطرا كبيرا في حالة استخدامها في صناعة الأسلحة الكيماوية من قبل الجيوش باستخدام الجسيمات النانوية بسبب القدرة التي تضيفها هذه التقنية للسلاح الكيماوي من أحجام الذرة مما يترتب عليه أضرار كبيرة على سلامة المواطنين العزل الآمنين (١٠٣). ويسعى العلماء إلى تقييم الخطر الصحي الناتج عن الجسيمات النانوية خلال دورة حياتها كاملة سواء كانت في مرحلة التخزين أو التصنيع أو التداول أو التخلص من الفضلات الناتجة عن التصنيع لأن تأثيرها السلبي يمتد للبيئة ويصعب على الفلاتر التقليدية التخلص منها فهي كبيرة وغير قادرة على التخلص من الجسيمات النانوية (١٠٤) .

- أوضح العلماء المخاطر الناجمة عن تقنية النانو ، ومنهم " جيوفاني دي مكيني" الذي بين أنه هناك ما يبرر جزئيا بعض هذه المخاوف ، وأن ثمة ما يؤكد على أنها بلا مخاطر إذا استخدمت استخدامًا سليمًا ، ولا ننسى أن كل المركبات الكيميائية قد تكون سامة ، كما أن عناصر السموم تدخل في كل الأدوات التي نستخدمها كالكاميرا الرقمية على سبيل المثال ، أو في عموم الدوائر الإلكترونية ، ولكن لا أحد يحطم الكاميرا الرقمية أو يفتك بالرقابة الإلكترونية ليستخرج منها السموم التي تسبب المرض والحذر (١٠٥).

١٠١- الصالحي ، الضويان ، محمد صالح الصالحي ، عبد الله الضويان ، مقدمة في تقنية النانو إصدار بمناسبة ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات ، قسم الفيزياء والفلك ، كلية العلوم .جامعة الملك سعود الرياض ، السعودية ، ٢٠٠٧ .

١٠٢- محمد ، محمد نصر محمد ، المسئولية الجنائية الناشئة عن استخدام تقنية النانو في العمل الطبي دراسة مقارنة ، مجلة الأمن والقانون أكاديمية شرطة دبي . مجلد ٢٤ ، عدد ١ ، سنة ٢٠١٦ ص٢٣٨ .

١٠٣- سعيد ، رحاب فايز أحمد سعيد ، تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات - الفرص والتحديات ، مجلة اعلم ، عدد١١ أكتوبر ٢٠١٢ ، الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات ، ص٨٠ .

١٠٤-الغنانزة ، خالد الغنانزة ، ٢٠١٥ تكنولوجيا النانو مفهومها – تطبيقها – مخاطرها البيئية والصحية – الأمن والحياة ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ، مجلد٣٤ .ع٣٩٧ . ص١٠٧ .

١٠٥- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، وآخرون ، التلوث النانوي ، الأخطار وسبل المواجهة الأمن والحياة . مجلد ٣٦ عدد٤١٣ ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ٢٠١٦ ص٧١ وما بعدها.

رابعا:- تقنية النانو وصحة الإنسان :-

- لاحظ الباحثون عند سمية المواد النانوية أن بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمواد النانو مهمة في فهم درجة سمية هذه المواد ، بما في ذلك حجم الجسم وتوزيع وحجم الكتل ، الشكل ، البناء البلوري ، التركيب لمواد النانو على الخلايا والأنسجة في ظل ظروف معينة . من أجل فهم كيف يمكن للنتائج أن تكون مرتبطة بالآثار الصحية على الإنسان ، فالصفات الفريدة لمواد تكنولوجيا النانو لا يمكن التنبؤ بنتائجها (١٠٦) .
- دقة حجم المواد النانوية التي سيتعامل معها الفرد لها القدرة على اختراق جلد الإنسان بكل سهولة ، من خلال مسامات الجلد ، وتستطيع الانتشار داخل الجسم بصورة أكبر وأسرع من أي مادة أخرى . بدون أن يشعر الإنسان أو يبدى أي مقاومة (١٠٧) .وتشير التقارير أن الجزيئات متناهية الصغر يمكن أن تغير خصائص الدم في الدماغ وربما تتلف الدماغ وتتسبب في أمراض القلب والشرايين ، وحدوث تغير الاستجابة المناعية وتخثر الدم ، وتوجد دراسات تشير إلى أن جسيمات النانو يمكن أن تصل إلى نواة الخلية وتعمل على تحفيز الإنزيمات مما يؤدى إلى زيادة الأكسدة ومشكلات في إصلاح الجينات . أظهرت نتائج الأبحاث التي أجريت على الحيوانات لاختبار تأثيرات سموم تكنولوجيا النانو أنها تتسبب في أضرار للرئة من خلال التعرض لأكاسيد المعادن والجسيمات النانوية والجسيمات الكربونية . واحتمالية تعرض العمال المتعاملين مع مواد النانو لمخاطر صحية . ومدى الحماية لمزيد من الأبحاث العلمية للتأكد من المخاطر التي يتعرض لها العمال من جراء تعرضهم لمواد تكنولوجيا النانو ومنها الحديد وأنابيب الكربون النانوية (١٠٨) .
- يعرف علم السموم النانوي على أنه " ذلك العلم الذي يهتم بدراسة المخاطر الصحية المتوقعة للمواد النانوية ويعنى الحجم المتناهي الدقة للمواد النانوية وأن لها القدرة على النفاذ داخل الجسم البشرى عن غيرها من الجسيمات كبيرة الحجم ويتنوع أساليب طب النانو من الاستخدام الطبي للمواد النانوية إلى أجهزة استشعار العوامل البيولوجية المرتقبة بالإلكترونيات النانوية وكذلك التطبيقات المستقبلية لتقنية النانو الجزئية ، ويمكن أن تدخل الجسيمات النانوية في الدماغ عبر عصب الشم وتبين أنها تستطيع عبور حاجز الدم في الدماغ (١٠٩) .
- أوضح العلماء أن المواد متناهية الصغر تضعف جهاز المناعة تماما ، والمطلوب هو إجراء مزيد من البحوث .

مثال : البوليستر ين التي يبلغ قطرها ١٠٠ نانو متر ، والتي أثبت أنه يمكن أن تؤدى إلى الالتهاب التحسسي وبالتالي تزيد من أعراض الحساسية في بعض الأفراد ، هذه النظرية قد

١٠٦- عياش ، مهيدي ، برهام ، العايب ، زبير عياش ، العربي بن مهيدي ، نور الهناء براهم . سنا العايب تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي في المجال البيئي الفوائد والمخاطر ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك مرجع سابق ، ص١٣٩ .

١٠٧- سالم ، منير محمد سالم ، طب النانو الآفاق والمخاطر ، مرجع سابق . ص٨٩ .

١٠٨- الشهري ، محمد بن فايز بن عبد الرحمن الشهري ، فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها ، أطروحة دكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم ، السعودية ، ٢٠١٢ ، ص٥٠، ٥١.

١٠٩- البشير ، محمد هاشم البشير محمد ، مخاطر تكنولوجيا النانو ، طبعة أولى ، سنة ٢٠١٢ ، ص٩٥ .

تلعب دورا بوصفها ناقلة للحساسية ([١١٠]) وقد حظيت تكنولوجيا النانو منذ مستهل القرن الحادي والعشرين اهتمامًا غير عادى من قبل حكومات دول العالم ومؤسساتها الدراسية والبحثية والإنتاجية ، وما زالت الدراسات والدوريات العلمية المتخصصة تصدر أبحاث من المقالات العلمية القيمة حاوية كل جديد ومبتكر في أساليب وطرق إنتاج المواد النانوية وتطبيقاته التكنولوجية المبتكرة في مختلف القطاعات للوصول إلى الأضرار الناجمة لتلك التكنولوجيا ([١١١]) .

- تقنية النانو في مجال العلاج : تقييم المساعدة للإنسان المريض عن طريق استخدام التكنولوجيا الحديثة أمر ضروري لكن لا يجب الخلط بين مفهوم تحسين مستوى حياة الإنسان بواسطة العلم والتكنولوجيا الحديثة . ولكن لا يجب تحويل هذه التطلعات الطبية إلى أوهام وإمكانيات خيالية .مثل : إطالة عمر الإنسان إلى مالا نهاية وتحويله إلى روبوتات . وهذا يجعلنا نصل إلى تساؤل مهم وهو " هل ينوى العلم تطوير الإنسان بالتكنولوجيا الحديثة ؟ **هناك آراء تقول :** أن هذه ليست مسألة تكنولوجيا بل مسألة اختيار ، و يجب أن تقررها البشرية جمعاء .

تساؤل: هل يمكن صناعة أعضاء للإنسان ؟ .

لقد تم ابتكار أعضاء بشرية تشعر بالإشعاع، وأعضاء أخرى تستشعر الحقول المغناطيسية.

مثال: " في أوربا يتم مناقشة مسألة توسيع قدرات الإنسان ([١١٢]) .

خامسا : - تقنية النانو والآثار الاجتماعية :

- ظهرت قضية المخاطر الاجتماعية لاستخدام تقنية الصغائر ، وعلى المستوى الأساسي تشتمل تلك المخاطر على إمكانية التطبيقات العسكرية لتقنية الصغائر.

مثال : ما يحدث من استخدام الزراعات والوسائل الأخرى لتدعيم وتعزيز المجندين كما هو الحال في معهد مجندي التكنولوجيا النانوية بمعهد " ماساتشوستش للتكنولوجيا " بالإضافة إلى زيادة إمكانية المراقبة المعززة فى استخدام المحسات النانوية ([١١٣]).

سادسا :- الوجه لمرعب لتقنية النانو في المجال العسكري :-

- تذكر " منيرة العبد الله ٢٠٠٨ " أن الصناعة الجزئية رفعت احتمال إمكانية تصنيع أسلحة ذات تأثير شنيع جدا .

مثال : " أصغر حشرة تكون بحجم ٢٠٠مايكرون ، وهذا يمثل الحجم المناسب للأسلحة القادرة على تعقب الأشخاص غير المحميين وحقن السموم في أجسادهم و الجرعات المميتة تبلغ ١٠٠نانو جرام أو ١/ ١٠٠ من حجم السلاح ، ولذلك فإن جهازا واحدا يمكن حمله في حقيبة يد واحدة يمكنه قتل ٥٠ بليون شخص ، وهى كافية لقتل كل إنسان على

---

[١١٠]- أبو زيد ، هناء مهدي أبو زيد ، تكنولوجيا النانو ، مؤسسة حورس الدولية ، طبعة أولى سنة٢٠١١ ص٥٩ .

[١١١]- حجازي ، أحمد توفيق حجازي ، تكنولوجيا النانو ، كنوز المعرفة ، طبعة أولى ، سنة ٢٠١٢ ص٥٩

[١١٢]- البار ، إيمان ، أمين البار ، دنى إيمان ،عالم النانو تكنولوجي وتنافس الدول العظمى لتطويره بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، مرجع سابق ، ص ٣٥٠، ٣٥١ .

[١١٣]- عبد الله ،على محمد على عبد الله ، النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف . مكتبة الدار العربية للكتاب القاهرة ١٤٣٣ هـ - ٢٠١٢م طبعة أولى، ص١٥٥، ١٥٦.

الأرض ، وستكـــــون الأسلحـــــة اليدويـــة بجميـــــع أشـكالها أقـــــوى بكثيـــر مـــن ذي قبـــل ورصاصـــاتها قـد تتمـــكن مـــن التعقـب الـذاتي للضحـــية ، كمـــا أن الأجـــــهزة الفضـــائية سـتكون أخـف وأقـــل فـــي الأداء مـن ذي قبـل ، وذلـك بصـناعتها بقليـل مـن المعـادن إن لـم تكـن بـدونها ، وسـتكون أصـعب فـي الضـبط علـى الـرادار أمـا بالنسـبة للحواسـيب فسـتتمكن مـن الـتحكم وتشـغيل الأسلحة عن بعد وستتطور صناعة الروبوتـــات المستقبليـــة

السؤال: هل هذه الأسلحة ستكون مصدر الاستقرار أو العكس ؟

- الأسـلحة النانويـة كانـت المقيـدة والمانعـة مـن الحـروب الكبيـرة مـــنذ اختراعهـا . ولكـن أسـلحة النـانو تكنولـوجي مختلـــفة عـن الأسـلحة النانويـة ، فالاسـتقرار النـووي نـاتج عـن أربعـة عوامـل علـى الأقـل أوضـحها هـو التدميـــر الهـــائل الـذي قـد ينـتج عـن الحـروب النوويـة الشـاملة ، وحـرب النـانو تيـك الشامـــلة مكافئـة لذلـــك علـــى المـــدى القصـير إلا أن الحـــروب النانويـة تتسـبب فـي إفـراز الدمـــار والتلـوث الـذي يكـون أقـل بكثيـر مـن أسـلحة النـانو تيـك . والأسلحـــة النوويـــة تتسبـــب فـي إضـراب شـامل وغيـر محـدد بعكـس أسـلحة النـانو التـي يمكنهـا أن تحـدد أهـدافها ، كمـــا أن الأسـلحة النوويـة تحـــتاج إلـى جهـود مضنيـــة فـي البحـث والتطـوير الصـناعي . وهـذا يجعـل مـن الممكـن تعقـب تطوراتهـا بسـهولة أكثـر مـن نمـاذج أسـلحة النـانو التـي تتطـور باسـتمرار وبسـرعة وبتكلفـة أقـل . الأسـلحة النوويـــة لا يمكـن تسليمهـــــا ونقلهـا بسـهولة قبـل الحاجـة إلـى استخدامها والعكس صحيح مع أسلحة النانو تيك .
- إن مميـزات مثـل :عـدم القـدرة علـى تحديـد ومعرفـة قـدرات العـدو ، وعـدم امـتلاك الوقـت الكـافي للتـــحرك ورد الفعـل تجـاه الاعتـداء والاسـتهداف الأفضـل الـذي يمتلكـه العـدو ضـد مـوارد وثوابـت الطـرف الآخـر مـن الحـــرب جميعهـا تجعـل مـن جيـل أسـلحة النـانو أقـل اسـتقرارا ، بالإضـافة إلـى ذلـك عـدم الـتحكم الكامـل وبشـدة فـي النـانو تيـك فـإن عـدد الـدول التـي سـتمتلك النـانو تيـك فـي العـالم سـيكون أعلـى بكثيـر مـن الـدول النوويـة ممـا يزيـد مـن فرصـة انفجـار النـزاع الإقليمـي . عـادة مـا تقـول المجموعـات الصـناعية : " إن هـذه النتـائج بعيـدة الاحتمـال ، أو بعيـدة لدرجـة لا تحتـاج إلـى إنذارنـــا اليـوم ، إلا أن " CRN " وهـو مركـز تكنولوجيـا النـانو المسـئول يـؤمن بـأن تطـوير تكنولوجيـا النـانو يمكـن أن يتســـــارع بخطـــوات تجعلنـا فـي لحظـة مـا غيـر مـدركين وغيـر مستعدين لها ([١١٤]) .
- يقـول الأدميـرال " ديفيـد جيريمايـا " نائـب رئـيس قيـادة الأركـان فـي الولايـات المتحـدة الأمريكيـــة المتقـــاعد فـــي خطـــاب ألقـــاه عـــام ١٩٩٥ فـــي مـــؤتمر التنبـــؤ بتكنولوجيـــا النانـــو الجزيئيـــة : الاستخدامـــات العسـكرية للصـناعات الجزئيـة محتملـة بشـكل أكبـر مـن الأسـلحة النوويـة وذلـك للتغيير في موازين القوى جذريا .
- هنـاك مقـال ممتـاز لـــ " تـوم مكـارثى " ينـاقش فيـه الطـرق التـي يمكـن لتكنولوجيـا النـانو الإخـلال بـالتوازن فـي العلاقـات الدوليـة مـن خلالهـا ، فسـوف تقلـل مـن التـأثير والتكـافؤ الاقتصـادي ، وتشـجع علـى استـــهداف الأشخـــاص المعارضـين للشـركات والأسـلحة وسـتقلل مـن قـدرات الدولـــة فـي مراقبـة أعـدائها المحتملـين . وعنـد تمكـن العـــديد مـن الـدول بـأن تكـون هدامـة عالميـا ، فسـتلقى قـدرة الـدول العظمـى فـي حراســـة الـدول العظمـى ويجعـــل الجماعـات الصـغيرة مكتفيـة ذاتيا من الأسلحة فإن ذلك سيشجع من انقسام الدول القائمة حاليا

[١١٤]- قاسم ، لفتة ، على محمد قاسم ، قاسم إدريس لفتة ، تطبيقات النانو في الطب ، مرجع سابق . ص ج ح.

- عادة ما تقول المجموعات الصناعية : إن هذه النتائج بعيدة الاحتمال ، أو بعيدة لدرجة لا تحتاج إلى إنذارنا اليوم إلا أن " RNC " وهو مركز تكنولوجيا النانو المسئول يؤمن بأن تطوير التكنولوجيا النانو يمكن أن يتسارع بخطوات تجعلنا في لحظة ما غير مدركين وغير مستعدين لها ([١١٥]).

سابعا :- المخاطر المحتملة بالنسبة للبلدان النامية :

- المنتجين بالدول النامية قد يعانون من خسائر عملية إحلال المنتجات الطبيعية (منها المطاط والقطن والقهوة والشاي) بسبب التنمية النانوية ، حيث تمثل تلك المنتجات الطبيعية حاصلات مهمة للتصدير بالدول النامية كما أن متطلبات معيشة العديد من الفلاحين تعتمد على تلك الحاصلات وقد تم توضيح أن عملية استبدال تتلك المنتجات الطبيعية بالمنتجات النانوية الصناعية قد تؤثر سلبا على اقتصاديات الدول النامية التي اعتمدت بصورة تقليدية على تصدير تلك الحاصلات ([١١٦]).

ثامنا : الانتقادات والمخاوف لتقنية النانو :

- في مجال الطب والجراحة : ظهر ما يدعو ا للقلق وهو قدرة " الروبوتات " متناهية الصغر على اختراق الجهاز المناعي للجسم البشرى ، أو الدخول إلى خلايا الجلد والرئة ، وبإمكانها أيضا أن تتسلل إلى حاجز دم الدماغ وأظهرت دراسة لـ " مركز جونسون للفضاء " والتابع لوكالة الفضاء الأمريكية " ناسا " أو " نانو " أنابيب الكربون أكثر ضررا من غبار " الكوارتز " الذى يسبب أمراضا مميته في أماكن العمل . والخوف الأكبر من هذه التقنية أن تستخدم لأغراض لا إنسانية ، وأشار المتخصصون إلى أن هذه التقنية قد تؤدى لظهور " جود الرمادي " وهو عبارة عن آلة متقدمة تكنولوجيا ، دقيقة الحجم ، تستطيع أن تستنسخ نفسها بنفسها ، أي تتكاثر ذاتيا وبلا حدود لتتحول إلى جحافل من التجمعات الآلية الصغيرة تقتلع أي شيء في طريقها فتبيد كل شيء على وجه الأرض!.
- تتجه الدول حاليا إلى تصنيع أسلحة " نانومتريه " غير تقليدية وذكية تستطيع التعرف على ضحاياها من خلال المادة الوراثية ، ونشرت صحيفة " معارف الإسرائيلية " مؤخرًا تقريرًا كاملًا حول حرب " نانو تكنولوجية " محتملة قريبًا بدأت تضع ملامحها ومعالمها المؤسسة العسكرية الأمنية الإسرائيلية حيث باشرت عمليًا بتوظيف أحدث ما وصلت إليه هذه التكنولوجيا " النانوية " وكشفت الصحيفة عن روبوت شخصي يتبع الجنود ويجر ورائهم الذخيرة والتموين ، وكذلك عن غلاف دفاعي يشمل مواقع كاملة ويزودها بالرد المناسب الأوتوماتيكي في مواجهة أي تهديد ، إضافة إلى وجود عاكس يبين للجنود ما يجرى خلف الجدران من الجانب الآخر . ومعنى هذا أن جيوش المستقبل لن تكون جيوشًا تقليدية بأي حال ، بل ستكون مكونة من محاربين نانو نوبين ، وذلك بعد أن تنتهى أجهزة الكمبيوتر من تهيئة الجو لهذه الجيوش عن طريق تدمير شبكات الاتصال والطاقة

---

[١١٥]- بحث عن تقنية النانو ، إعداد طلاب الدكتوراه فى جامعة أم القرى - قسم الإدارة والتخطيط التربوي السعودية . ٢٠١٣/٥/١٤ .

[١١٦] - ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة ، الآثار الاجتماعية لتقنية النانو ، موقع .ar.wikipedia.org/wiki زيارة فى ١ /٥ / ٢٠٢١ .

الكهربائية بحيث تكون المنطقة المستهدفة مهيأة تماما كي تقوم جحافل النانو بعملها . وتكمن الخطورة في هذه التقنية الجديدة أن الدول المتقدمة خصصت لها ميزانيات كبيرة وهائلة لتطوير أبحاثها في هذا المضمار ، وتقف الولايات المتحدة الأمريكية على رأس قائمة هذه الدول حيث خصصت ميزانية هائلة تقدر بتريليون دولار حتى عام ٢٠١٥ وتحرص أمريكا كذلك على جذب علماء " النانو " إذ يصل جيشها منهم إلى ٤٠,٠٠٠ عالم نانوى ([١١٧]) .

تاسعا :- مجتمع خال من النانو :

- وجهت العديد من الجماعات الأهلية المعارضة للهندسة الوراثية في جميع أنحاء العالم جهودها لحث العلماء ذوى الاهتمام ببحوث وتطبيقات تكنولوجيا النانو على استكشاف الآثار والمخاطر المحتملة لتلك التقنية الواعدة والاطلاع بمسئولياتهم الواجبة بهذا الصدد .
- وقد قامت رابطة المحافظة على التربة الزراعية بإصدار قرار بحظر استخدام تقنيات النانو في المجال الزراعي ومنح شهادات تحمل أول علامة على مستوى العالم تفيد تثبتها من خلو المنتج الزراعي الصادرة له تلك الشهادات من تقنية النانو ، والتي أصبحت تستخدم الآن على نطاق واسع بالمملكة المتحدة إذ تحملها نحو ٨٠% من منتجات الزراعة الحيوية هناك وهو ما دعا عددا من الجمعيات الأهلية الناشطة في مجال الزراعة الحيوية بالولايات المتحدة الأمريكية وأروبا إلى اعتماد عدم استخدام المواد متناهية الصغر بين شروط ومعايير العضوية بها وفى منتصف عام ٢٠٠٧ اجتمع أكثر من ٤٠ من ناشطي العمل الأهلي وأصدروا بيانا تضمن عددا من الدعوات إلى اتخاذ إجراءات وقائية ، ووضع لوائح ومعايير محددة للمنتجات وتحديد المسئولية الجديدة لمنتجيها ولكن إلى الآن لم تسن تشريعات حكومية لتقييم سلامة المواد . وما هو أكثر خطرا أن الدول الغنية ذات الإمكانيات العالية للبحث العلمي هي التي ترعى أبحاث ومنتجات النانو ، ومن الطبيعي أن تسخيرها لم يخدم أغراضها ومصالحها وتجنى ثمارها الطيبة ، بينما تقف الدول الفقيرة ماديا أو تكنولوجيا – التي تنتمي لها جميع شعوب العالم الإسلامي – مكتوفة الأيدي لا تدرى أخيرا يرى بها أم شرا يضمر لها ، وإن كان الأمر قياسا على ما سبق فلا يعدو أن يكون سوقا لتصريف منتجات النانو ومقبرة للنفايات النانوية ذات السمية العالية ممتدة المفعول ([١١٨]) .
- على الرغم من الفوائد المتوقعة من استخدام "النانو تكنولوجي"، فإن التقنيات المستخدمة للتحكم في الجزيئات والأجهزة والنظم متناهية الصغر (النانوية) والتنبؤ بسلوكها، لا تزال غير ناضجة وبحاجة لمزيد من الابتكار ونتيجة لذلك ، فإن آثار استخدام "النانو تكنولوجي "على المدى الطويل غير معروفة للآن، فبالنسبة لجسم الإنسان، لا يمكن الجزم بنتائج دخول بعض المواد (النانوية) إليه ، فقد يؤدي ذلك إلى تأثيرات سامة (تسميم الجينات) مما يؤثر سلباً على الجسم البشري بشكل عام .علاوة على أنه لا يمكن التنبؤ بتأثيرها على البيئة أيضاً، حيث يمكن أن يسبب "النانو تكنولوجي" ضرراً لا يمكن إصلاحه .

---

[١١٧]- موقع المخترعين العرب ، زيارة فى ١٤ / ٣ / ٢٠٢١.

[١١٨]- عبد الله ، على محمد على عبد الله ، النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف . مكتبة الدار العربية للكتاب القاهرة ١٤٣٣ هـ - ٢٠١٢م ، طبعة أولى ،مرجع سابق ، ص١٦٠ .

- تجدر الإشارة إلى أن الجهود الحالية تتركز على تنظيم ومراقبة استخدام هذه التطبيقات على المستويين الوطني والإقليمي. أما على المستوى الدولي، يوجد عدد محدود من المبادرات ، ومن ثم يقع على عاتق الحكومات والهيئات التنظيمية مسؤولية المراقبة والإشراف ، في الوقت الذي يرى فيه العلماء والخبراء أن أساليب إدارة المخاطر التقليدية غير كافية للتعامل معها ومعالجة المخاطر الناجمة عن استخدام المواد متناهية الصغر (النانوية) .
- أكدت الدراسة أنه على الرغم من أن تقارب "النانو تكنولوجي" مع "التكنولوجيا الحيوية" biotechnology، فمن المرجح أن يتم العمل بشكل أكبر على توفير قدر أكبر من الأمان ، مع عدم استبعاد الآثار السلبية، والتي قد تتمثل في خلق جراثيم مُسببة للأمراض الوراثية .

رؤية الباحث : من الضروري تحقيق نوع من التوازن بين عملية البحث والتطوير من ناحية وتطوير التطبيقات الآمنة من ناحية أخرى، بسبب الثغرات الموجودة في تطبيقات "النانو تكنولوجي" والتي قد يكون لها انعكاسات سلبية على الإنسان والبيئة في المستقبل([١١٩])

[١١٩]- عرض موجز لدراسة: "النانو تكنولوجي . المجال الناشئ لمستقبل التطبيقات العسكرية" والصادرة عن "معهد دراسات وتحليلات الدفاع الهندي"IDSA " في شهر أكتوبر ٢٠١٥.

المطلب الرابع
أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن أضرار تقنية النانو

تمهيد وتقسيم :- تتضح أهمية الدراسة للمسئولية المدنية عن أضرار تقنية النانو من خلال أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن مخاطر تقنية النانو ، حيث تتناول الأبعاد القانونية مدى استجابة القواعد القانونية التقليدية لمواجهة مخاطر تقنية النانو التي تتولد عن استخدام تلك التقنية خاصة بالنسبة لجمهور المستهلكين وهم الطرف الضعيف فى مواجهة الطرف الأقوى الذى يمتلك تلك التكنولوجيا ويطورها بشكل دائم ومستمر ، لذلك يتطرق الباحث فى دراسته إلى بيان أساس المسئولية القانونية القائمة على إثبات الخطأ وغنى عن البيان أنه لكى تنعقد المسئولية القانونية سواء فى شقها المدني أو الجنائي يجب أن تتوافر ثلاثة أركان وهى . أولًا : ركن الخطأ – ثانيًا: ركن الضرر ، ثالثًا : ركن العلاقة السببية بين الخطأ والضرر . ومتى توافرت تلك الأركان الثلاثة قامت المسئولية القانونية والتي تحقق الحماية القانونية للمضرور. سواء تمثلت فى الحماية المدنية بالحصول على التعويض الذى يجبر الضرر ، أو فى الحماية الجنائية المتمثلة فى العقوبات الجزائية المستحقة . وهنا تطرح الإشكالية . على أي من أطراف النزاع يقع عبء إثبات الخطأ ؟ بمعنى آخر . هل يقع على جمهور المستهلكين المستفيدين من تقنية النانو إثبات ركن الخطأ إذا نالهم ضرر من جراء تلك التقنية ؟ ! . وما مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو ؟! . وما هي الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو؟! .

وقسم المبحث على النحو الآتي :

الفرع الأول : إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو .

الفرع الثاني : الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو .

الفرع الأول
إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو

أولا : إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية التقليدية لمواجهة أضرار تقنية النانو . هذه الإشكالية تتضح جليًا للطرف الضعيف وهو جمهور المستهلكين والذي هو في حاجة لتقنية النانو في مواجهة الطرف القوى وهو المنتج . لذا نبين ما يلي :

١- **أساس المسئولية القانونية عن أضرار تقنية النانو** : تشمل .

أ- **النظرية التقليدية القائمة على إثبات الخطأ :** غنى عن البيان أنه لكي تنعقد المسئولية القانونية سواء في شقها المدني يجب أن تتوافر ثلاثة أركان أساسية وهى (الخطأ – الضرر – العلاقة السببية بين الخطأ والضرر) أي أن الضرر ما كان ليقع لولا الخطأ المرتكب . لهذا وجب التنويه على تلك المصطلحات .

- **الركن الأول "تعريف الخطأ"**[١٢٠]**:** هو إخلال بالتزام ناشئ عن عقد فى المسئولية العقدية أو إخلال بالتزام فى المسئولية التقصيرية . والخطأ فى كلتا الصورتين واجب الإثبات من جانب المضرور والذي نجده فى ميدان المسئولية العقدية فى صورة الالتزام ببذل عناية بمعنى أن ينصب التزام المدين فيها على بذل عناية فقط ، فإذا ما أصاب الدائن ضرر وجب عليه إثبات خطأ المدين بعدم بذله لعناية الشخص المعتاد [١٢١] . أما فى ميدان المسئولية التقصيرية فهي أصلًا كقاعدة عامة تقوم على أساس خطأ ثابت يقع عبء إثباته على عاتق المضرور[١٢٢] .
- **الركن الثاني " تعريف الضرر " :** هو أذىً يصيب الشخص فى حق أو فى مصلحة مشروعة [١٢٣] . والتعويض يكون بمقدار الضرر وبانتفائه تنتفي المسئولية ولا يكون لمدعى المسئولية مصلحة فى إقامة الدعوى .
- **الركن الثالث " علاقة السببية " :** هو ركن مستقل . فقد يقع الضرر والخطأ ولا تتحقق علاقة السببية فيحول عدم تحققها دون قيام المسئولية [١٢٤] . وتنقطع علاقة السببية فى حالات قيام السبب الأجنبي الذي لا يد للمدين فيه كآفة سماوية أو حادث فجائي أو قوة قاهرة أو فعل الغير أو خطأ المضرور ما لم يوجد نص أو اتفاق يقضى بغير بذلك ، فمتى توافرت الأركان الثلاثة قامت المسئولية القانونية التي تحقق الحماية القانونية للمضرور سواء تمثلت فى الحماية المدنية بالحصول على التعويض الذي يجبر الضرر ، أو فى الحماية الجنائية المتمثلة فى توقيع العقوبات الجزائية المستحقة.

---

[١٢٠]- السنهوري ، عبد الرزاق السنهوري ، الوسيط فى شرح القانون المدني ، نظرية الالتزام بوجه عام مصادر الالتزام ، دار النهضة العربية ، سنة ١٩٦٤ ، ص٧٣٥ .

[١٢١]- أبو ستيت ، أحمد حشمت أبو ستيت ، مصادر الالتزام ، مطبعة مصر ، سنة ١٩٤٥ ، ص٣٢٩ .

[١٢٢]- مثال : التزام الطبيب ببذل العناية اللازمة فى معالجة المريض ، والتزام المحامي ببذل العناية اللازمة فى الدعوى . للمزيد ، أحمد حشمت أبو ستيت ، مصادر الالتزام ، مطبعة مصر ، سنة ١٩٤٥ ، مرجع سابق ص٤٠٥ .

[١٢٣]- السنهوري ، عبد الرزاق السنهوري ، الوسيط فى شرح القانون المدني ، نظرية الالتزام بوجه عام مصادر الالتزام ، دار النهضة العربية ، سنة ١٩٦٤ ، مرجع سابق ، ص٧٦٣ .

[١٢٤]- مأمون ، عبد الرشيد مأمون ، علاقة السببية فى المسئولية المدنية ، دار النهضة العربية ، بدون سنة طبع ، ص١٢٠ .

سؤال: على أي من أطراف النزاع يقع عبء إثبات الخطأ ؟ بمعنى آخر: هل يقع على جمهور المستهلكين المستفيدين من تقنية النانو إثبات ركن الخطأ إذا نالهم ضرر من هذه التقنية أم على المنتج؟ .

رد أنصار النظرية التقليدية بالإيجاب حيث قالوا : " يتعين على المضرور إثبات ركن الخطأ ، فإذا لم يستطع إثبات هذا الركن فلا تقوم المسئولية ، ومن ثم تلقى هذه النظرية العبء على ضحايا تقنية النانو وهم في الغالب " جمهور المستهلكين " لإثبات وإقامة الدليل على خطأ المدعى عليه لقبول دعوى المسئولية ضده . والحكم عليه بالتعويض أو العقوبات الجزائية أو كلاهما معًا ، وعلى ذلك فالضرر غير كافٍ وحده لقيام المسئولية بدون إثبات ركن الخطأ . ومما لا شك فيه أن الاستناد إلى تلك القواعد التقليدية فى المسئولية والتي تتطلب إثبات ركن الخطأ تحرم الكثير من المستهلكين ضحايا ومخاطر وأضرار تقنية النانو من الحصول على الحماية القانونية الواجبة ، إذ يكون من الصعب عليهم إثبات هذا الخطأ " التقني " ومن ثم يكون الامتناع عن جبر الضرر بدعوى عدم إثبات الخطأ فيه هدم لكل استقرار قانوني (١٢٥) .

ثانيا : المسئولية القائمة على الخطأ المفترض "نظرية إثبات الخطأ المفترض " : على عكس النظرية التقليدية التي تتطلب إثبات ركن الخطأ لقيام المسئولية القانونية قامت نظرية أخرى على الخطأ المفترض وهى تفيد المدعى أثناء التقاضي . حيث تخفف عنه عبء إثبات الخطأ المرتكب ، فالخطأ هنا غير واجب الإثبات من جانب المدعى الذي يكفيه وقوع الضرر بسبب الفعل الخاطئ لتتحقق له الحماية القانونية الواجبة ، ومن ثم يقع على المدعى عليه إذا أراد أن يتخلص من المسئولية نفى الخطأ الذي نتج عنه الضرر . ويختلف الأمر فى دعاوى المسئولية التي يكون الخطأ فيها واجب الإثبات ، حيث يقع على عاتق المدعى عليه عبء إثبات العلاقة السببية بين الخطأ المرتكب والضرر الواقع، وتعتبر مسئولية حارس الأشياء هي خير مجال لتطبيق نظرية الخطأ المفترض (١٢٦) . وقد تبنت التشريعات العربية بنصوص صريحة مسئولية حارس الأشياء على أساس الخطأ المفترض. ويتطلب القانون شرطين أساسيين لتتحقق مسئولية حارس الأشياء عن الأضرار والمخاطر الناجمة عنها وهى :

الشرط الأول : تولى شخص حراسة شيء تقتضى حراسته عناية خاصة :

يقصد بالحراسة هنا "LaGarde" وتكون سيطرة الشخص على الشيء سيطرة فعلية في الاستعمال والتوجيه والرقابة بصرف النظر إن كان له سند قانوني أم لا .

الشرط الثاني : وقوع الضرر بفعل هذا الشيء محل الحراسة : استقر القضاء الفرنسي وأيده جانب من الفقه على عدم التمييز في الشيء الخاضع للحراسة بين الذي تحركه يد الإنسان وبين الذي لا تحركه ، كما رفض التفرقة بين الأشياء الساكنة والأشياء المتحركة عند تطبيق المادة رقم ١٣٤٨ من القانون المدني الفرنسي . مما يعنى أنه لا يشترط وجود عيب محدد بالثمن من أجل انعقاد المسئولية . فإذا أثبت المضرور الشرطين السابقين قامت مسئولية حارس الأشياء واعتبر القانون الخطأ هنا خطأ مفترض في جانب الحارس ولا سبيل للحارس أن ينفى هذا الخطأ إلا بإثبات أنه قد اتخذ الحيطة الكافية لمنع وقوع الضرر ، أو أثبت أن الضرر الحاصل

١٢٥- السنهوري ، عبد الرزاق السنهوري ، الوسيط فى القانون المدني ، نظرية الالتزام بوجه عام مصادر الالتزام ، دار النهضة العربية ، سنة ١٩٦٤ ،مرجع سابق ، ص٧٦٥ .

١٢٦- المادة ١٧٨ من القانون المدني المصري نصت على أنه :" كل من تولى حراسة أشياء تتطلب حراستها عناية خاصة أو حراسة آلات ميكانيكية يكون مسئولًا عما تحدثه هذه الأشياء من ضرر ما لم يثبت أن وقوع الضرر كان بسبب أجنبي لا يد له فيه ، هذا مع عدم الإخلال بما يرد فى ذلك من أحكام خاصة " ..

لـم يكـن بفعـل الشـيء وإنمـا بسـبب آخـر متمـثلًا فـى القـوة القـاهرة ، أو الحـادث المفـاجئ ، أو خطـأ الغيـر أو خطـأ المتضـرر نفسـه . ومتـى تـوافر الشـرطان قامـت مسـئولية الحـارس بغـض النظـر عـن صـفة الأضـرار المـدعاة سـواء كانـت أضـرار بسـيطة أم جسـيمة ، ذلـك لأن المشـرع لـم يشـترط درجـة معينـة مـن الأضـرار ، كمـا لا ينظـر فـى تقـويم الأضـرار إلـى ظـروف المكـان أو الزمـان أو الاعتبارات المستمدة من الشخص المضرور (١٢٧) .

٢- **تجزئـة الحراسـة عنـد تقريـر المسـئولية القانونيـة وعلاقتهـا بتقنيـة النـانو :** بمـا أن الشـيء يمكـن أن يتجـزأ فـإن الحراسـات تتعـدد بتعـدد قـوى التسـلط والسـيطرة علـى أجزائـه ونتيجـة لـذلك اتجـه الفقـه والقضـاء إلـى اسـتحداث نظريـة سـميت بنظريـة " تجزئـة الحراسـة " بالنسـبة للأضـرار التـي تقـع بسـبب عيـب داخلـي بالشـيء محـل الحراسـة ، إذ قسـمت الحراسـة إلـى حراسـة تكـوين وحراسـة اسـتعمال (١٢٨) . فحراسـة التكـوين تنصـب علـى التكـوين الـداخلي فـى الشـيء وفيهـا يكـون المنـتج المسئول عـن الأضـرار الناتجـة مـن الشـيء المصـنوع لأنـه وحـده المطلـع والعـارف فـى عيـوب هـذا الشـيء ، والسـمات التـي تميـزه مـن الناحيـة الإيجابيـة والسـلبية . وحراسـة الاسـتعمال هـي التـي تصـاحب المظهـر الخـارجي للشـيء (١٢٩) . علـى ذلـك أصـبحت مقاضـاة حـارس الأشـياء أكثـر يسـرًا وسـهولة مـن مقاضـاة المنـتج الـذي يقـع علـى عـاتق المتضـرر إثبـات خطئـه ، ومـع ذلـك يلاحـظ أن هـذه النتيجـة تـؤدى إلـى اخـتلال واضـح فـى ميـزان العدالـة ، حيـث تـؤدى إلـى تحمـل الحـارس المـادي للشـيء المسـئولية عـن المخـاطر التـي تـنجم عـن عيـوب الشـيء الـذي تسـبب فيهـا المنـتج نتيجـة لخطـأ فى الإنتاج من حيث التصميم أو التصنيع (١٣٠) .

سـؤال : هـل تحقـق نظريـة حـارس الأشـياء فاعليتهـا فـى تحقيـق الحمايـة القانونيـة لجمهـور المستهلكين من مخاطر النانو ؟ وما مدى تلك الفاعلية ؟ !

ممـا لا شـك فيـه أن نظريـة الخطـأ المفتـرض علـى النحـو المتقـدم تحقـق حمايـة أكثـر فاعليـة لجمهـور المسـتهلكين مـن مخـاطر النـانو باعتبارهـا لا تتطلـب إثبـات ركـن الخطـأ ، وعلـى ذلـك فمتـى تحققـت الحراسـة علـى شـيء قـائم علـى تقنيـة النـانو مـن قبـل شـخص طبيعـي أو معنـوي قامـت مسئوليته عن الأضرار الناشئة عن هذه التقنية .

١٢٧- اليعقوب ، بدر جاسم اليعقوب ، المسئولية عن الأشياء الخطرة ، رسالة دكتوراه ، حقوق القاهرة ١٩٧٧ ، ص٥٢ . وأيضا ، عبد الحليم عبد القادر أبو هزيم ، المسئولية عن الأشياء غير الحية فى القانون المدني الأردني ، دراسة مقارنة ، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق ، الجامعة الأردنية ، سنة ١٩٩٥، ص٥٩.

١٢٨- ظهرت نظرية تجزئة الحراسة على يد الفقيه الفرنسي " جولدمان GoLdman " في رسالة القانون المقدمة إلى جامعة ليون الفرنسية بعنوان " تحديد الحارس المسئول عن فعل الأشياء عير الحية " عام ١٩٤٦ ص ١٣٢ ، ١٣٣ . للمزيد ينظر : GoLdman (B) : De La Deter mination dugardien . resporisibLe du paite des choses inanimees,.Lgon . 1946 . No – 40 – 131 – 132 .

١٢٩- أقرت محكمة النقض الفرنسية هذه النظرية فى قضية تتلخص وقائعها فى تعاقد شركة من الشركات مع جهة إدارية بتهذيب بعض الأشجار وأثناء العمل سقطت إحدى تلك الأشجار فأحدثت ضررًا بأحد المارة . فقضت المحكمة بأن الشركة تعتبر حارسة بالنسبة للأضرار الناجمة عن عمليات التهذيب ولكنها لا تعتبر مسئولة عن الأضرار الناجمة عن سقوط إحدى تلك الأشجار ، إذ تبين أن سقوطها أثر تسوس فى جذورها أو جذعها لأنها لا تعتبر الحارسة للشجرة فى مثل هذه الحالة حيث تكون الجهة الإدارية " المالكة للشجر " هي المسئولة عن الأضرار الحاصلة وهى الحارسة للشجرة .

١٣٠- الفار ، عبد القادر الفار ، أساس مسئولية حارس الأشياء دراسة مقارنة ، بين الأنظمة الثلاث الإسلامي – الأنجلو أمريكي – اللاتيني . رسالة دكتوراه ، حقوق القاهرة ، سنة ١٩٨٨ ، ص٧٥ .

ثالثا : نماذج لنظرية الحراسة من خلال تقنية النانو : تتضمن .

أ- بالنسبة للمستهلكين : إن نظرية تجزئة الحراسة فى مجال المنتجات النانوية تمكن المستهلكين من الرجوع مباشرة على الحارس لتلك المنتجات من ناحية ، وعلى من قام بتصنيعها من ناحية أخرى .

ب- مجال البيئة : هذه النظرية يمكن الارتكاز عليها فى مجال الإضرار بالبيئة ، فالاختراعات النانوية قد تلحق أضرارً بالغة الخطورة بالبيئة من تلوث للهواء والماء للتربة ، والتي لها تأثيرها الضار على الصحة للإنسان بشكل خاص وعلى البيئة بشكل عام . من ثم فالاستناد إلى المسئولية الشيئية فى تشغيل الآلات والمعدات والأجهزة ذات الطبيعة النانوية تجعل المنتج مسئولًا عن الأخطار التي تولدها تلك الآلات أو الأجهزة من أضرار للبيئة .

ت- مجال الطب : الطبيب الذي يستخدم النانو فى العمليات الجراحية أو عمليات التجميل يصبح مسئولًا عن الأضرار التي تصيب المريض من جراء ذلك وليس شرطًا أن يكون الطبيب هنا له الحراسة القانونية فى استخدام تقنية النانو ، أي بناءً على حق مستمد من القانون . فالعبرة هي بالسيطرة الفعلية على الشيء المتضمن للمواد النانوية ، ومن ثم تقوم مسئولية الطبيب باستخدام هذه التقنية ولو بدون سند قانوني كما لو كان يجرى تجارب طبية على المرضى بتقنية النانو دون رضاهم (١٣١) .

رؤية الباحث :

إن تطبيق نظرية الحراسة كأساس للمسئولية المفترضة بالنسبة لمخاطر النانو تبقى غير كافية لتحقيق الحماية القانونية الكافية لجمهور المستهلكين وهذا الرأي نؤيده لأسباب .

١- يجب ألا تقف نظرية الحراسة عند الآلات الميكانيكية والأشياء التي تتطلب عناية خاصة من مكونات النانو ، بل يجب أن تتسع الدائرة لتشمل كل الأشياء من عقار ومنقول قائم على هذه التقنية ولو لم تتطلب عناية خاصة أو تعتبر خطر بطبيعتها وإلا لأدى ذلك إلى إفلات حالات كثيرة وخضوعها للقواعد العامة التقليدية فى التطبيق ومن ثم لا تتحقق الحماية القانونية والفعالة للمستهلك لأنه من الصعب حصر الأخطار والأضرار التي تسببها المواد النانوية .

٢- يجب تفسير التدخل الإيجابي للشيء الخاضع للحراسة فى إحداث الضرر كشرط للمسئولية تفسيرًا واسعًا فى مجال منتجات النانو . ذلك أن منتجات النانو بناءً على صغر حجمها لها القدرة على الدخول لجسم الإنسان بكل سهولة وبدون مقاومة كما أنه باستطاعتها الانتشار وإحداث الضرر فى الجسم ويمكن أن تسبب الوفاة .

٣- إن نظرية الحراسة تسمح للحارس أن ينفى المسئولية عن نفسه حينما يثبت أنه قام بواجب الحراسة وبذل العناية الكاملة للحيلولة دون وقوع الضرر ، أي أن نظرية الحراسة تقوم على الخطأ المفترض فرضًا قابلًا لإثبات العكس ، بمعنى أن المدين يستطيع أن يتخلص من المسئولية إذا هو بذل عناية الشخص المعتاد أو أثبت السبب الأجنبي ، فالقرينة إذًا بسيطة يجوز إثبات عكسها . وهذا لا يعطى المضرور من مخاطر النانو الحماية القانونية الكافية فقرينة الخطأ المفترض فى تقنية النانو يجب أن تكون قرينة قاطعة . بمعنى أن يكون الخطأ المفترض لا يقبل إثبات العكس بغية ضمان إيصال التعويض إلى المتضرر بشكلٍ يسير .

١٣١- عبد الباقي ، عبد الفتاح عبد الباقي ، المسئولية التقصيرية عن حوادث السيارات وغيرها من الأشياء الخطرة تأسيسا على حراستها . محاضرات مطبوعة على الآلة الطابعة . ألقيت فى كلية الحقوق جامعة القاهرة سنة ١٩٨٦ ، ص٦٥ .

٤- لا تحقق نظرية الحراسة الحماية القانونية للمضرور حينما يكون هو الذي سبب الضرر لنفسه ، وإذا كان ذلك قبوله سائغًا بالنسبة للمضرور الذي يلقى بنفسه أمام سيارة مسرعة قاصدًا الانتحار ، أو يغامر بالدخول لأماكن محظور دخولها لغير العاملين مثل التي تسبب إشعاعات فإن مخاطر النانو تبقى كامنة لفترة طويلة داخل الجسم ومساهمة المضرور فى إحداث مخاطرها يكون فى السواد الأعظم من الحالات بغير قصد . بل عن جهل تام بالأضرار الناجمة عنها وبالتالي لا يجب حرمان هؤلاء الضحايا من مخاطر النانو ولو كان لهم دخل فى إحداث تلك المخاطر (١٣٢) .

رابعا:- المواءمة بين حماية الإنسان والتطور التكنولوجي عن طريق تقنية النانو: قديمًا قيل بضرورة إعفاء الأطباء من أية مسئولية عن أخطائهم المهنية وغيرها مستندين في ذلك إلى أنهم يعملون دائما بحسن نية بهدف علاج البشر . وهو اتجاه يعد بمثابة معونة أساسية لهدف التطور العلمي ، فالطبيب عندما يعمل بلا خوف أو وجل من شبح المسئولية سينطلق إلى آفاق البحث وغياهب التجربة ويساهم بفكره في دفع هذا التطور ، إلا أن العمل بهذا الاتجاه على إطلاقه ينم عن تضحية خطيرة بحقوق الإنسان صانع التطور . وهناك اتجاه آخر يطالب بمساءلة الطبيب عن أي خطأ يسيرًا كان أم جسيمًا ، سواء جاءت القوانين لتقف موقفًا وسطًا بين هذين الاتجاهين لتوائم بين حماية الإنسان والتطور الطبي (١٣٣) .

أ- تطبيقات لمبدأ الموائمة في أخطر العمليات الجراحية وهى نقل وزراعة الأعضاء البشرية وقسمت إلى نوعين هما :

النوع الأول : يشمل أعضاء يحظر نقلها بهدف حماية الإنسان ولو برضاه وهى الأعضاء المنفردة ، حيث يتعرض المنقول من الحي إلى الوفاة أو إعاقة وظيفته الاجتماعية على نحو جسيم ، مثل العمود الفقري – المخ – المعدة – البنكرياس – اللسان - الكبد .

النوع الثاني : يشمل أعضاء يباح نقلها بهدف حماية التفوق العلمي ، وهى الأعضاء المزدوجة مثل (الكلى – الأسنان – الأذن – العين – أو متجددة الأليف تلقائيا مثل الدم – المني - الجلد - التلقيح الصناعي – التجميل) .

ب-مساءلة الطبيب . متى تكون المسئولية كاملة ، متى تمتنع المسئولية ، متى تخفف المسئولية ؟

- **تكون المسئولية كاملة :** يتعرض الطبيب بحكم عمله إلى نوع من الأخطاء ، ولا علاقة لها بالفن الطبي ، فلا هي تتعلق بمسائل تحتاج إلى اجتهاد حتى يعفى من المسئولية . ولا تتعلق بمسائل أخذت حقها من الاجتهاد وأصبحت مستقرة حتى تخفف مسئوليته . بل هي جرائم عمدية يرتكبها الطبيب أثناء وبسبب عمله الفني ، ولا مشكلة إذا عز على القاضي أن يتبين طبيعة الخطأ عما إذا كان فنيًا أو غير فني في بعض الحالات . فله أن يستمع إلى رأى الخبراء المتخصصين ، فإذا لم يقتنع فيحكم بما يعتقد ، ومسئولية الطبيب هنا عادية ووفقًا للقواعد العامة وكل بحسب قصده . فإذا كان متعمدًا للفعل مريدًا لنتيجته فالجريمة تكون عمدية ، فإذا كانت من غير جرائم الدماء فيخلى سبيله ؛ لأن جرائم الدماء وحدها هي المعاقب عليها ولو بدون إرادة (١٣٤) .

١٣٢- مخلوف ، أحمد مخلوف ، أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن مخاطر تقنية النانو ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، الجزائر سنة ٢٠١٩ . ص ٣١١

١٣٣- عبد الرازق ، عبد الرحمن عبد الرازق ، مسئولية الطبيب المدنية ، القاهرة ، سنة ١٩٧٦ ص١٥٨ . أيضا . أسامة قايد : المسئولية الجنائية للأطباء ، القاهرة ، سنة١٩٨٩ ، ص٢٠ .

١٣٤- حكم محكمة الجيزة فى ٢٦ / ١ / ١٩٣٥ . مجلة المحاماة ، س١٢ ، ص٤٧١ .

مثال : قيام الطبيب ، بإجراء عملية جراحية حال سكره ([١٣٥]) .

-تكـون المسـئولية ممتنعـة : إذا اسـتعمل الطبيـب دواءً جديـدًا سـواءً مـن اختراعـه أو مـن اختـراع غيـره ، أو استخدم وسيلة جديدة للعلاج دون خوف من شبح المسئولية . والإعفاء يكون مقيدًا بشرطين هما :

- أن يكـون الاختـراع جديـدًا ولا يـزال الحـديث حـول نجاحـه أو فشـله قائمًـا بـين الأطبـاء ، ويعتقـد المعـالج نسبة نجاحه أكبر من فشله .
- أن يكون هذا الاختراع مسجلًا ومنشورًا فى مجلـة طبيـة لها قدرة من الشهرة والثقة العلمية ([١٣٦])
- **موقف الفقه والقضاء من هذا الإعفاء :**كي يحدث الإعفاء لابد من توافر هذين الشرطين.

الأول : أنه وسيلة لدفع الأطباء للاجتهاد والبحث والمتابعة لأحدث طرق العلاج .

الثـاني : محاولـة تغليـب رأى علـى رأى ، ولا رقابـة عليـه لا مـن القـانون ولا القضـاء حتـى ولـو كانـت ضحية التدخل وفاة الإنسان . فالأمر متروك لمطلق ضميره .

وإذا قلنـا بمسـاءلة الطبيـب سـيثنيه ذلـك الاجتهـاد والابتكـار وتقـل عنـده روح الطمـوح ، ويصـاب العلـم بـالجمود ، وفـى حالـة تخلـف شـرط مـن هـذين الشـرطين يسـأل الطبيـب مسـئولية عاديـة . وهـذا مـا يحـدث عـادة إذا اسـتعمل الـدواء أو الجهـاز المسـتخدم لأول مـرة علـى المـريض بقصـد التجربـة وقبـل أن يسـجل بـراءة اختراعـه وعـدم نشـره ([١٣٧]) . وإذا كانـت بعـض الولايـات الأمريكيـة تجيـز إجـراء التجـارب لأول مـرة علـى المحكـوم علـيهم بالإعـدام كوسـيلة للتقـدم العلمـي ، فـإذا مـات المـريض فقـد اسـتوفى عقوبتـه ، فـإذا لـم يمـت فتخفـف عقوبتـه مـن الإعـدام إلـى السـجن لأنـه أسـدى خدمـة للعلـم والإنسـانية ، وبعـض الـدول سـوف تستفيد ممن حكم عليهم بالإعدام ([١٣٨]) .

- حالات الإعفاء الخاصة : درج القضاء على إعفاء الطبيب من المسئولية مهما كانت نتائج خطئه وهى:

أ- صـعوبة التفرقـة بـين الـورم البسـيط والـورم الأمينـوروزومى علـى الفخـذ ، وإن اسـتطاع الطبيـب اليـوم إزالته.

ب- صعوبة التمييز بين مرض الدفتريا والالتهاب الرئوي البسيط ([١٣٩]) .

ت- صعوبة تشخيص مرض السل في مراحله الأولى ، خاصة إذا كان المريض معافى .

ث-صعوبة التمييز بين الحمل في مراحله الأولى والورم الليفي .

ج- صعوبة تسبيب العلاقة بين تقيح الجروح ووصول العدوى إلى المخ .

ح- صعوبة التفرقة بين التهاب الزائدة الدودية وبعض العوارض التي لا تتطلب ذلك ([١٤٠]) .

أ- **تكـون المسـئولية مخففـة :**إذا نقـص شـرط مـن شـروط الإباحـة الأربعـة الأولـى فـي أي عمـل طبـي ، وظـل العمـل فـي مكانـه الأصـلي باعتبـاره جريمـة ، بحسـب قصـد الطبيـب المعـالج ، أمـا إذا تـوافرت الشـروط الأربعـة انتقـل العمـل الطبـي مـن مجـال التجـريم إلـى مجـال الإباحـة بينمـا تظـل بـراءة الطبيـب معلقـةً علـى تـوافر الشـرط الخـامس والأخيـر وهـو" مسـايرة الأصـول العلميـة المسـتقرة " فـإذا تـوافر لا يسـأل الطبيـب مطلقًا لا جنائيًا ولا مدنيًا ولا تأديبيًا حتى لو مات المريض ، فالطبيب ملتزم بوسيلة لا بتحقيق نتيجة .

---

[١٣٥]- نقض ١١/ ٦ / ١٩٦٦٢ . مجموعة الأحكام ، س١٤ ، ص٥٠٦ .

[١٣٦]- وهو ما يدور بحثه الآن فى أروقة المعامل البحثية على مستوى العالم من أجل الوصول إلى علاج لجائحة " فيروس كورونا " وطرق التسجيل والنشر فى الدوريات العلمية بعد الانتهاء من التجارب العلمية المعملية .

[١٣٧]- عبيد ، رؤوف عبيد ، ضوابط تسبيب الأحكام الجنائية ، ١٩٧٧ ، ص١٨٣ .

[١٣٨]- ينظر فى ذلك القرار رقم ٢٧٤ لسنة ١٩٥٩ بشأن بنوك العيون فى جمهورية مصر العربيـة المتحـدة (مصر وسوريا) المادة ٢-د . وحكم محكمة العطارين فى ١٩ / ٤ / ١٩٢٩ ، مجلة المحاماة ،ن ، س٤٤ ص ١٦٩ .

[١٣٩]- an, 1912. J.C.p. 1912 1328. Cass. Civ., I Mai. 1967 Ibid 161 Seine 26 J
Article1641:"Le vendeur est tenu de la garantie a raison des defauts caches de le chose vendue qui la rendent improper al usage auquel on la

[١٤٠]- توجد الزائدة الدودية "Appendicitis " فى أسفل البطن من الجهة اليمنى .

والسؤال : ماذا لو تـوافرت الشروط الأربعة ، و لم يتبع الطبيب الأصول العلمية المستقرة ؟ !

أجابـت معظـم القـوانين محـل المقارنـة علـى هـذا التسـاؤل صـراحة ، حيـث يسـأل الطبيـب الـذي يخـل بالأصـول العلميـة عـن جريمـة خطئـه ، دون البحـث فـي قصـده سـواءً كـان متعمـدًا أو غيـر متعمـد ، ولـيس هـذا ترفقًـا بالطبيـب ، وإنمـا هـو تطبيـق للقواعـد العامـة فـي المسـئولية الجنائيـة وهـو الاتجـاه الصـحيح . لقـد تعرضـت معظـم القـوانين لأسـباب الإباحـة فـي مكانهـا الطبيعـي بالقسـم العـام باعتبارهـا قواعـد عامـة ، ثـم تـأتى فـي آخـر هـذه الأسبـاب عـادة الـدفاع الشـرعي . لتضـع قاعـدة عامـة أسمتهـا " التجـاوز عـن حـدود الإباحـة " بينمـا المشـرع المصـري ، وإن تعـرض لقاعـدة التجـاوز عـن حـدود الإباحـة وعاقـب علـى التجـاوز بوصـفه جريمـة خطئيـه ووضـع تلـك القاعـدة بعـد حالـة الـدفاع الشـرعي ، إلا أنـه – بخـلاف القـوانين السـابقة – نقـل نصـوص الـدفاع الشـرعي والتجـاوز عـن حـدود الإباحـة مـن مكانهـا الطبيعـي بالقسـم العـام إلـى القسـم الخـاص بقـانون العقوبـات . ورغـم التسـاؤلات العديـدة ، فقـد ذهـب الـرأي الـراجح فقهًـا وقضـاءً إلـى تخصـيص القاعـدة العامـة بالـدفاع الشـرعي وحـده ، وبعـض الأحكـام تميـل إلـى تعمـيم هـذه القاعـدة لتشـمل سـائر أسـباب الإباحـة ومنهـا " التـدخل الطبـي " (١٤١) . ورغـم وجاهـة هـذا الـرأي . خاصـة أن المقيـاس هنـا يـتم لصـالح " المـتهم الطبيـب " ولا يصـطدم بقاعـدة الشـرعية إلا أن هـذا لا يغنـى عـن ضـرورة نقـل قاعـدة التجـاوز ومعهـا نصـوص الـدفاع الشـرعي إلـى مكانهـا التقليـدي بالقسـم العـام (١٤٢) . وهنـاك رأى أيـد المـادة ١٧ عقوبـات مصـري (١٤٣). إلا أن التخفيـف هنـا متـروك للقاضـي لا للقـانون . وقـد عـالج القـانون المصـري الصـادر فـي ١٩٦٦ تلـك الخطـة بإعادتـه قاعـدة التجـاوز إلـى مكانهـا الطبيعـي والصـحيح بالمـادة ٢٢ (١٤٤) .

تطبيقـات : يعـد الطبيـب مخالفًـا إذا اسـتخدم حواسـه المجـردة فـي التشـخيص ، بـل ينبغـي اسـتخدام وسـائل الفحص (١٤٥) .

١٤١- تبعا لذلك قرر أنصار هذا الاتجاه مساءلة الطبيب إذا ما أخل بشرط الأصول العلمية المستقرة عن جريمة عادية بحسب قصدة . للمزيد ينظر . أحمد فتحي سرور ، الوسيط فى القانون المدني . مرجع سابق ص ٤٩١

١٤٢- الشاوي ، على حسين الخلف الشاوي ، المبادئ العامة فى قانون العقوبات ، العراق ، بغداد سنة ١٩٨٢ ، ص٢٥٤

١٤٣- نصت المادة ١٧ من قانون العقوبات المصري على أنه : " يجوز في مواد الجنايات إذا اقتضت أحوال الجريمة المقامة من أجلها الدعوى العمومية رأفة القضاة تبديل العقوبة على الوجه الآتي : عقوبة الإعدام بعقوبة السجن المؤبد أو المشدد – عقوبة السجن المؤبد بعقوبة السجن المشدد أو السجن -.عقوبة السجن المشدد " مستبدلة بالقانون رقم ٩٥لسنة ٢٠٠٣ " بعقوبة السجن أو الحبس الذى لا يجوز أن ينقص عن ستة شهور .

١٤٤- المرصفاوى ، حسن صادق المرصفاوى ، قواعد المسئولية الجنائية ، سنة ١٩٧٢ ، ص٨٩ . أيضا مأمون محمد سلامة ، شرح قانو ن العقوبات ، القسم العام ، سنة ١٩٧٦ ، ص٢٩ . ونصت المادة ٢٢ من قانون العقوبات على أن : " العقوبة بالغرامة هي إلزام المحكوم عليه بأن يدفع إلى خزينة الحكومة المبلغ المقدر فى الحكم ، ولا يجوز أن تقل الغرامة عن مائة قرش ولا أن يزيد حدها الأقصى فى الجنح على خمسمائة جنيه ، وذلك مع عدم الإخلال بالحدود التي يبينها القانون لكل جريمة .

١٤٥- وسائل الفحص تشمل " السماعة ، الأشعة ، المعامل بأنواعها .

الفرع الثاني
الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو

أولًا :- ضوابط خاصة بالتجارب الطبية : التجربة فى المنهج العلمي تعنى : مجموعة أفعال أو عمليات رصد تتم ضمن سياق حول مسألة معينة ، أو تساؤل لدعم أو تكذيب فرضية أو بحث علمي يتعلق بظاهرة غالبًا طبيعية وأحيانًا(hHYPOTHESIs) اجتماعية فى حالة العلوم الاجتماعية (١٤٦) . وتتميز الأعمال الطبية فى إطارها التجريبي بعدة محددات وضوابط وشروط (١٤٧) . نبينها على النحو الآتي :

١-حتمية وضرورة إجراء التجارب النانوية على الإنسان : تأكدت الفكرة مجددًا عندما استخدم طب النانو فى علاج ومكافحة السرطان ، وفى مجال هندسة الأنسجة عن طريق إصلاح الأنسجة التالفة واستخدام " تقنية النانو " فى علاج مرض السكرى وغيرها من الأمراض الأخرى . والاتجاه العلمي يؤكد أنه أيًا كانت دقة التجارب التي أجريت على الحيوانات الأكثر قربًا من الإنسان من الناحية البيولوجية فإنه لا يمكن تطبيق ذات النتائج التي يتم الحصول عليها على الإنسان ؛ لأن الإنسان آلة معقدة ، وتطبيق النتائج التي يتم الحصول عليها غير مضمون النجاح فى كثير من الأحيان (١٤٨) . وبعض الأدوية التي تحتملها الحيوانات لا يحتملها الإنسان ، ومن هنا لا يمكن الجزم بمعرفة مدى انعكاسات عقار أو دواء ما على الإنسان إلا إذا خضع الإنسان ذاته لتجربة هذا العقار أو الدواء ، وهذا الأمر حدا بالعلماء إلى القول بحتمية وضرورة إجراء التجارب على الإنسان (١٤٩) . فالتجارب على الإنسان ضرورة حتمية لابد منها بصورة أو بأخرى حتى أن بعض العلماء اتخذ من نفسه موضوعًا للتجربة ؛ لذا فالتجربة على الإنسان تعد عملًا اجتماعيًا وسيظل مستمرًا طالما أنه لم ولن يتخلى عن المعرفة (١٥٠) . وأما التجارب الطبية المتعلقة باستخدام " تقنية النانو " فى المجال الطبي بات أمر تطبيقها على الإنسان غير مطلق ، وإنما تحدده مجموعة من الشروط والضوابط .

٢-شروط إجراء التجارب الطبية والعلمية فى مجال طب النانو : تتمثل فى .

أ- رضاء الشخص الخاضع للتجربة الطبية النانوية : فرضاء الشخص الخاضع للتجربة شرطًا لازمًا لكل تجربة حتى ولو لم تكن تمليها حالة الشخص ذاته (١٥١) . بهدف حماية حريته فى اتخاذ القرار (١٥٢) . ويتعين التمييز بين حالتين هما .

١٤٦- ينظر فى ذلك منهل الثقافة التربوية على الموقع الإلكتروني ، http://www.manhal php? net/articles. Action=showed=395 . زيارة فى ٢٥ / ٥ / ٢٠٢٢ الموافق الأربعاء .

١٤٧- محمد ، محمد نصر محمد ، المسئولية الجنائية والدولية عن استخدام تطبيقات النانو الطبية ، مركز الدراسات العربية للنشر والتوزيع ، الجيزة ، طبعة أولى ، ٢٠١٦ ، ص٢٠٩ .

١٤٨- من أمثلة ذلك : استعمال مادة " التلى وميد " كمسكن والتي أثبت الواقع العملي أن استعمالها يشوه الأجنة ، للمزيد ينظر ، محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان دراسة مقارنة ، الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر ، ص٨ .

١٤٩- الذى لا يكون له بمقدار مليجرام أي أثر على الفرد في حين يكفى أقل من هذا المقدار إحداث LYsergamide مثال ذلك مادة مفعول هلوسي على الإنسان .

١٥٠- محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان ، دراسة مقارنة الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر ، مرجع سابق ، ص٩ .

١٥١- محمد ، محمد نصر محمد ، المسئولية الجنائية والدولية عن استخدام تطبيقات النانو الطبية ، مركز الدراسات العربية للنشر والتوزيع ، الجيزة ، طبعة أولى ، ٢٠١٦ ، مرجع سابق ، ص٢١ .

الأولـى : إجـراء التجربـة الطبيـة النانويـة دون موافقـة : هـذا النـوع يعـد عمـلًا غيـر شـرعي . ويشـكل إجـراؤه اعتـداءً مـن الناحيـة الجنائيـة ، وخطئًـا مدنيًـا يعطـى الحـق فـى المطالبـة بالتعويض ([١٥٣]) .

الثانيـة : إجـراء التجربـة فـى مجـال العـلاج التجريبـي : فـى هـذه الحالـة يجـوز التجـاوز عـن رضـاء المـريض خصوصًـا فـى حـال الاسـتعجال ، وكـذلك إذا كـان المـريض فـى حالـة لا تسـمح لـه بـالتعبير عن رضاه .

ب- صـدور الرضـا عـن ذي أهليـة : فانعـدام الأهليـة يعـدم الرضـا الحـر المسـتنير . وبنـاءً علـى ذلـك فإن شرط الأهلية يثير البحث حول وضع ثلاثة طوائف ممن يكونون موضوع للتجربة وهم :

- الشـخص القاصـر : نؤكـد أولًا علـى أن التجـارب الطبيـة والعلميـة ليسـت تصـرفًا قانونيًـا بـل هـي مسـلك إرادي لـذلك لا يصـح قبـول القاصـر ([١٥٤]) . وهنـا يتعـين التمييـز بـين أمـرين أو وضـعين همـا القاصـر المميـز : هنـاك تشـريعات لـم تحـدد سـن للاعتـداد بـه لرضـاء القاصـر ولكنهـا تقتصـر فقـط علـى مـدى قـدرة القاصـر علـى إدراك طبيعـة الفعـل محـل الرضـا وآثـاره فـإذا اسـتطاع ذلـك اعتـد برضاه دون التقيد بسن معينة ([١٥٥]) .
- القاصـر غيـر المميـز : مـا اسـتقر عليـه فقهًـا وقضـاءً أن منـاط التجربـة هـو إدراك وتمييـز الشـخص لطبيعـة التجربـة وترتيبًـا علـى ذلـك فإنـه لا يعتـد برضـاء عـديم التمييـز بـل ولـيس لـه أيـة قيمـة قانونيـة لأنه لا يملك القـدرة على كشف وتمييز طبيعة التجربة التي يرضى بها ([١٥٦]) .
- الشـخص المجنـون : المجنـون عـديم الأهليـة ، لأن الجنـون هـو " عـدم القـدرة علـى الإدراك والإرادة "([١٥٧]) . وهـو بـذلك يكـون فـى حكـم الصـغير غيـر المميـز ، ومـن ثـم فـإن رضـاه لا يعتـد بـه قانونًـا ، ولـذا فالتجربـة العلاجيـة تحتـاج إلـى موافقـة الممثـل القـانوني لـه ([١٥٨]) . أمـا التجربـة غير العلاجية فلا يجوز إجراؤها ، ولا يعتد بموافقة الممثل القانوني له ([١٥٩]) .

ثانيـا :- ضـوابط خاصـة بـالعلاج والتشـخيص : اسـتخدام " تقنيـة النـانو " فـى التشـخيص قبـل مرحلـة العـلاج الهـدف منـه اكتشـاف العيـوب والأضـرار والأمـراض الوراثيـة وبعـض الأمـراض فـى مرحلـة مبكـرة ، وبهـذا يمكـن اسـتخدام " تقنيـة النـانو " فـى تشـخيص الأمـراض الخاصـة بالعامـل الـوراثي باعتبارهـا مـن الأمـراض الخطيـرة ، والفكـرة فـى ذاتهـا ليسـت جديـدة فقـد تـم ممارسـتها علـى الأجنـة فـى الأرحـام لتحديـد مـدى إصـابتها بـبعض الأمـراض الخطيـرة أو العيـوب الخلقيـة . وإذا كـان لهـذه التقنيـة جانـب مضـيء مـن خـلال إظهـار العيـوب الخلقيـة والأمـراض الوراثيـة

---

[١٥٢]- محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان ، دراسة مقارنة . الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر ، مرجع سابق ، ص٢١٣ .

[١٥٣]- فقد قرر المشرع الفرنسي فى قانون العقوبات فى المادة ٦/٥١١ ضرورة أن يكون الرضا صريح وأن تكون الموافقة كتابية .

[١٥٤]- حجازي ، عبد الحى حجازي ، المدخل لدراسة العلوم القانونية ، جزء ثان ، الحق ١٩٧٠ ، رقم ٢٠ ص١١٢ .

[١٥٥]- حسنى ، محمود نجيب حسنى ، شرح قانون العقوبات القسم العام ، دار النهضة العربية ، القاهرة مصر ١٩٨٢ ، ص٢٦٣.

[١٥٦]- محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان ، دراسة مقارنة . الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر ، مرجع سابق ، ص٩٠ .

[١٥٧]- محمد ، محمد نصر محمد ، المسئولية الجنائية والدولية عن استخدام تطبيقات النانو الطبية مركز الدراسات العربية للنشر والتوزيع ، الجيزة ، طبعة أولى ، ٢٠١٦ ، مرجع سابق ، ص٢١٦ .

[١٥٨]- مادة رقم ٤٣ من قانون أخلاقيات مهنة الطب فى فرنسا .

[١٥٩]- محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان ، دراسة مقارنة . الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر ، مرجع سابق ، ص٩١ .

ومحاولة معالجتها مبكرًا ، إلا أن هناك جانبًا مظلمًا وهو يتمثل فيما تؤدى إليه مثل هذه الإمكانيات والتقنيات في الكشف المبكر عن الأمراض وتشخيصها بقصد علاجها ([١٦٠]) من هذه الضوابط .

١- التشريع المصري : لم يشر إلى نص يعالج مثل هذه الحالة ، إلا أنه يجب على الطبيب أن يجرى على المريض التشخيص اللازم للعلاج باستخدام " تقنية النانو " فى الحدود والضوابط التي حددها القانون الجنائي عن طريق إجراء كافة الاختبارات اللازمة لقياس مدى العلاج باستخدام " تقنية النانو " وأن يتأكد من خلو المريض من الأمراض الوراثية وخاصة الأجنة قبل الولادة أو إصابته ببعض التشوهات ، ويتحدد معيار خطأ الطبيب هنا ببحث مدى إمكانية تفادى هذه الأمراض والتشوهات أو حصرها أو علاج بعضها وفقا للمستقر عليه فى الطب ، فإذا ثبت أن هناك إهمالًا أو عد احتياطًا أو أن الطبيب لم يبذل العناية اللازمة والواجبة عليه بشأن تجنب هذه الأمراض أو التشوهات أو علاجها وفقًا للأصول الطبية المتعارف عليها فى علم الطب تحقق الخطأ فى جانبه ويكون مسئولًا جنائيًا ومدنيًا فى حالة وقوع ضرر للمريض نتيجة الاستخدام السلبى لـ " تقنية النانو " على أنه يشترط أن يكون هذا الضرر نتيجة مباشرة لعدم عناية الطبيب وإهماله ويستطيع الطفل أن يطالب الطبيب بالتعويض عن الأضرار التي أصابته بسبب خطئه وإهماله([١٦١]).

٢-إذا انتفى القصد من العلاج وهو تحسين الحالة الصحية للمريض وتخليصه من الآلام من قبل لممارسة العمل الطبي عن جريمة عمدية ([١٦٢]) . ولا يقف الطبيب عند مجرد إجراء العملية الجراحية ، إذ يمتد التزامه بالعناية بالمريض عقب ذلك حتى يتفادى ما يمكن أن يترتب على العملية من نتائج ومضاعفات من جهة ، ويستطيع المريض الخروج من الغيبوبة ويستعيد نفسه من جديد من جهة أخرى ، ولا يصل ذلك بطبيعة الحال إلى حد ضمان شفاء المريض ونجاح العملية بل الاستمرار فى الرعاية وبذل العناية ([١٦٣]) .

ثالثا :- ضوابط خاصة بالعمليات التجميلية والجراحية : تقنية النانو من أهم التقنيات العلمية الحديثة المستخدمة فى مجال جراحة التجميل .

١-الجراحة التجميلية هي : " مجموعة من الوسائل والأساليب الطبية التي تهدف إلى إصلاح العيوب الشخصية والعيوب الخلقية أو الطارئة المؤثرة فى شكل الإنسان والتي تلحق ضررًا بقيمته الشخصية والاجتماعية " ([١٦٤]) . وتنقسم العمليات التجميلية إلى نوعين هما : عمليات جراحية تكميلية تهدف إلى علاج التشوهات الخلقية - عمليات جراحة التجميل العادية وتهدف إلى علاج بعض التشوهات البسيطة . ونظرًا لما تحتويه " تقنية النانو " من دقة فائقة فى

---

[١٦٠]- عبد الرحمن ، منى فريد عبد الرحمن ، تجارب على الجنين ، المكتبة الأكاديمية ١٩٩٢ ، ص٦٥ .

[١٦١]- فقد قضت بعض المحاكم في الولايات المتحدة الأمريكية بالترويض لطفل ولد عاجز على أساس أن حق الفرد أن يولد متمتعاً بكامل الصحة أو لا يولد .

[١٦٢]- أبو خطوة ، أحمد شوقي أبو خطوة ، شرح الأحكام العامة لقانون العقوبات ،الجزء الأول النظرية العامة للجريمة ، دار النهضة العربية ، ١٩٩٩ ، مرجع سابق ، ص٤٦١. وأيضا . الشواربي ، عبد الحميد الشواربي ، مسئولية الأطباء والصيادلة والمستشفيات ، منشأة المعارف الإسكندرية ، مصر ١٩٩١ ، مرجع سابق ، ص١٤٤ .

[١٦٣]- آل على ، يعقوب يوسف أحمد على آل على ، المسئولية الجنائية عن استخدام تكنولوجيا النانو فى المجال الطبي دراسة مقارنة ، دار النهضة العربية ، مصر ، دار النهضة العلمية ، الإمارات ٢٠١٩ مرجع سابق ، ص٨٩.

[١٦٤]- نفس المرجع السابق ، ص ٨٩ .

معالجة التشوهات والمشاكل الخلقية تكمن المسئولية الجنائية فى استخدام تلك التقنية فى العمليات التجميلية وأيضًا المسئولية المدنية من خلال المطالبة بالتعويض عن الأضرار التي تسببها تلك التقنية من آثار على صحة الإنسان . ولا تخلو التفرقة بين النوعين من العمليات من أية آثار قانونية فالجراحة التكاملية تخضع لنفس قواعد المسئولية الطبية العادية حيث تهدف إلى قصد الشفاء حقيقة ، فى حين أن جراحة التجميل العادية تحكمها المسئولية الطبية المشددة من نواحي معينة سواءً بالنسبة لرضى المريض وتبصره بكافة المعلومات المرتبطة بها أو الموازنة الدقيقة بين مخاطرها وفوائدها ، فالهدف هو تحسن شكل العضو من الناحية الصحية أو بالأحرى تحقيق غرض جمالي بحت .

٢-يجب على الطبيب المعالج القيام ببذل كل ما فى وسعه من أجل الحفاظ على صحة المريض عند إجراء العمليات الجراحية له سواءً قبل إجراء العملية الجراحية أو أثنائها أو بعد الانتهاء منها ، إلا أن التزامه يكون أكثر أهمية لأن عمل الطبيب الجراح يتطلب درجة عالية من الحرص كونه ينصب على جسم الإنسان ، وتنشأ مسئولية الطبيب إذا لم يتخذ الاحتياطات اللازمة قبل وأثناء إجراء العملية الجراحية للمريض من خلال القيام بفحص المريض فحصًا شاملًا من خلال فحص تمهيدي وفحص تكميلي ، ويمتد الفحص ليشمل حالة المريض العامة وليس حالة العضو الذى به الداء للتأكد من توافر الإمكانيات اللازمة للقيام بالعملية الجراحية من حيث توافر المواد والآلات والأشخاص المساعدين له كالطبيب المخدر والممرضين ([١٦٥]) . وكان موقف القضاء واضحًا منذ بداية الأمر من الخطأ فى جراحة التجميل فاعتبر أن مجرد الإقدام على العلاج لا يقصد به إلا تجميل الشخص ويعد خطئًا فى ذاته يتحمل الطبيب بسببه كل الأضرار التي تنشأ عن العلاج حتى ولو أجرى ذلك طبقًا لقواعد العلم والفن الصحيحين ([١٦٦]) .

- **تأصيل العلاقة بين " تقنية النانو " والمسؤولية عن الأعمال الطبية :** من خلال تباين العلاقة بين كلًا من دور الممارس للعمل الطبي ، وبين مصلحة المريض فى العلاج والشفاء حيث تكاد تتفق أغلب الاتجاهات التشريعية الحديثة على أنه " يجب على الممارس الصحي أن يعمل على تنمية معلوماته ، وأن يتابع التطورات العلمية والاكتشافات الحديثة فى مجال تخصصه ، كما يجب ألا يمارس طرق التشخيص والعلاج غير المعترف بها علميًا أو المحظورة ([١٦٧]) فى حين أن المصلحة الفعلية للمريض والتي توجبها أغلب القواعد القانونية تتمثل فى ضرورة أن يسعى المعالج إلى تحقيق المصلحة القصوى للمريض عن طريق الاستفادة دائمًا من أحدث طرق العلاج دون المساس بسلامة جسده فى ذات الوقت على أن يتم ذلك فى إطار الضوابط القانونية . هذا الأمر يعكس نوعًا من التعارض الفعلي فى مجال الأنشطة الطبية النانوية ، فأغلبها يعتمد فى الوقت الراهن على فكرة التجربة ، كما أن الأضرار والمخاطر ما زالت تعتمد فى أغلبها على فكرة الاحتمال وهو ما يمثل صعوبة بالغة عند وجود خطأ أو ضرر طبى حيث يتعذر هنا

---

[١٦٥]- الأطرقجى ، هدى سالم محمد الأطرقجى ، مسئولية مساعدي الطبيب الجزائية ، دراسة مقارنة الدار العلمية الدولية ، ودار الثقافة للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠١ ، ص٥٦ .

[١٦٦]- منصور ، محمد حسين منصور ، المسئولية الطبية ، دار الجامعة الجديدة للنشر ، الإسكندرية ، مصر طبعة ١٩٩٩ ، طبعة ٢٠٠١ ، ص١٠٧ .

[١٦٧]- المادة رقم ٧ من نظم مزاولة المهن الصحية في المملكة العربية السعودية ١٤٢٦هـ .

الفصل بين خطأ الممارس الصحي ذاته ، وبين الأضرار الناشئة عن استخدام " تقنية النانو " فى المجال الطبي ([١٦٨]) .

- **العناصر المنشئة للمسئولية عن الأعمال الطبية النانوية :-** تنهض على أساس عناصر ثلاثة وهى " الخطأ ، الضرر، العلاقة السببية " غير أن الصعوبة تنشأ حين تدخل بعض الأعمال الأخرى التي يعتمد عليها العمل الطبي مثل " تقنية النانو " سواءً فى مجال التشخيص أو العلاج أو الفحوصات وغيرها . وتبدو هذه المشكلة أكثر وضوحًا وتعقيدًا حال كون الآثار السلبية الناشئة عن طب النانو يعتمد فى جانب كبير منه على فكرة " المخاطر والأضرار " المحتملة ، وأن اكتشاف المخاطر والأضرار يحتاج إلى مزيد من التخصص الفني الدقيق ، فكل هذه الأمور توجد نوعًا من الصعوبة البالغة حول الوقوف على العناصر المنشئة للمسئولية والتحقق منها أو الجزم بها بشكل يقيني يمكن على أساسه أن تنشئ مسئولية على نحو مطابق للواقع والحقيقة .
- **تحديد الضوابط والعناصر المنشئة للمسئولية :** تتمثل فى .

١- **الخطأ الطبي فى مجال المسئولية الطبية النانوية :** توجب أغلب التشريعات المقارنة كقاعدة عامة أنه" على الطبيب أن يراعى الدقة والأمانة فى جميع تصرفاته وعدم اللجوء إلى الوسائل غير المشروعة فى مزاولة مهنته " ([١٦٩]) . ويبدو أن الخطأ الطبي فكرته تستعصى على حصرها بشكل كامل وهذا الأمر يكاد يكون أقرب إلى المستحيل ، لذا اتجهت بعض التشريعات إلى النص على بعض من صور الأخطاء الطبية والممثلة فى ([١٧٠]) .

- إذا كان الخطأ نتيجة جهله بأمور فنية يفترض فى كل طبيب الإلمام بها سواء من حيث تشخيص المرض أو وصف العلاج المناسب .

- إذا كان سبب الإضرار بالمريض هو الإهمال أو التقصير فى الرقابة أو نقص المتابعة أو الإشراف . أو عدم العناية ببذل العناية اللازمة .

- إذا كان سبب الإضرار بالمريض هو إجراء الطبيب عليه تجارب وأبحاث علمية غير معتمدة فنيًا .

- إذا أجرى الطبيب فى عياداته الخاصة نوعًا من العلاج أو العمليات المحظور إجراؤها خارج المستشفيات .

- إجراء العمليات الجراحية التجريبية وغير المسبوقة على الإنسان بالمخالفة للقواعد المنظمة لذلك .

- إعطاء دواء للمريض على سبيل الاختبار .

- إستعمال أجهزة طبية دون علمٍ كافٍ بطريقة استعمالها ، أو دون اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع حدوث ضرر من جراء هذا الاستعمال .

---

[١٦٨]- الجمل ، حازم حسن الجمل ، نظرات حول مدى قصور المسئولية الطبية من مخاطر وأضرار طب النانو ، مرجع سابق ، ص٣٣٨ .

[١٦٩]- المادة رقم ٢٠ من قانون مزاولة مهنتي الطب البشرى وطب وجراحة الأسنان رقم ٢ لسنة ١٩٨٣ في دولة قطر .

[١٧٠]- نصت أغلب التشريعات العربية على هذه الصور . ينظر في ذلك المادة رقم ١٣ من قانون مزاولة مهنة الطب البشرى بالكويت ، المادة ٢٦ من قانون مزاولة مهنة الطب في البحرين ، المادة رقم ١٨ من قانون مزاولة مهنة الطب البشرى وطب وجراحة الأسنان بدولة قطر ، المادة رقم ١٩ من قانون مزاولة مهنة الطب البشرى وطب الأسنان بسلطنة عمان .

٢- **صعوبة تحديد معيار للخطأ الطبي النانوي :** بوجه عام يوجد معياران للخطأ المعول عليه فى المجال الطبي .

المعيار الأول: الخطأ الطبي العادي : ويتمثل فيما ارتكبه الطبيب عند مزاولته لمهنته دون أن يكون لهذا الخطأ علاقة بالأصول الفنية لمهنة الطب ([١٧١]) .

المعيار الثاني : هو معيار الخطأ المهني الذى يرتبط بشكل مباشر بالقواعد العلمية والأصول المتعارف عليها بين مهنة أهل الطب ([١٧٢]) . غير أن الصعوبة تبدو فى مجال الأعمال الطبية ذات الصلة بـ " تقنية النانو " وهو أمر تفرضه السمات الخاصة لتكنولوجيا النانو حينما تتصل بالأنشطة الطبية المختلفة (التشخيص العلاج الفحص الجراحة ،،، إلخ) حيث يتعذر فعليًا الجزم بالمتسبب فى الخطأ الطبي ، أو على الأقل ينتابها فى الفترة الحالية كثيرًا من الغموض منه صعوبة تحديد المسؤولية الجنائية عن الأضرار التي تصيب الأجنة حين يتدخل الممارس الطبي فى علاج الأم بوسائل طبية أو تشخيصية أو علاجية تعتمد على " تقنية النانو " أو مواد النانو المصنعة . خصوصًا خلال فترات الحمل والرضاعة .

مثال : إعطاء الأم الحامل دواء معين . قد يؤثر بطريق مباشر أو غير مباشر على الجنين فى فترة لاحقة من أطوار العمر قد تطول أو تقصر([١٧٣]) .

- **النتيجة " الضارة أو الخطرة " الناشئة عن الأخطاء الطبية النانوية** : تتمثل فى :

١- شروط الضرر الناشئ عن الخطأ الطبي : فيجب أن تتوافر عدة شروط لقيام المسئولية على ممارس العمل الطبي وهذه الشروط يخضع لها الضرر الناشئ عن الخطأ الطبى المترتب على استخدام " تقنية النانو " وهذه الشروط هي :

- أن يكون الضرر هو الضرورة الناشئة للخطأ : فيجب أن يكون الضرر الناشئ عن خطأ الطبيب نتيجة طبيعية للخطأ لا يدخل معه عوامل أخرى .

مثال : وفاة المريض نتيجة خطأ الطبيب الذى لم يعطه الدواء المطلوب تناوله([١٧٤]) .

- أن يكون الضرر محققًا : أي وقع بالفعل ، ومع ذلك فهناك حالات تنعقد فيها المسؤولية الجنائية عن الأعمال الطبية على أساس فكرة المخاطر .

- لا يجب أن يمس الضرر مصلحة مشروعة : كي تكتمل عناصر المسؤولية الجنائية أن يمس الضرر مصلحة مشروعة تكون ذات أهمية فى نظر القانون ، وتعتبر حياة الإنسان وسلامته ذات أهمية تحظى بالعناية القانونية المقررة بموجب النصوص التشريعية .

---

[١٧١]- الشواربي ، عبد الحميد الشواربي ، مسئولية الأطباء والصيادلة والمستشفيات ، منشأة المعارف الإسكندرية ، ١٩٩٩ ، ص٢٠٥ .

[١٧٢]- صالح ، حمليل صالح ، المسئولية الجزائية الطبية ، دراسة مقارنة ، ورقة بحث مقدمة في إطار الملتقى الوطني المنظم من طرف كلية الحقوق بجامعة مولود معمري ، تيزى وزو ، المنعقد بتاريخ ٢٣ ٢٤ ، جانفى ٢٠٠٨ ، الجامعة الإفريقية العقيد أحمد دراية ، أدرار ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، قسم الحقوق ، ص١٠.

[١٧٣]- أكدت أغلب الدراسات والأبحاث مدى سرعة تأثر الأجنة (بجزيئات النانو الدقيقة) خصوصاً التوكسينات والمواد الكيميائية ، بل أبعد من ذلك . فقد أكدت الأبحاث مدى وشدة تأثير جزيئات النانو الدقيقة على الصحة المستقبلية للجنين ، بل لا يستبعد إمكانية تعرض الجنين للخطر التسمم ، ومن ثم فإن صعوبة تحديد الخطأ أو التنبؤ به في هذا الفرض غير واضح ، ويكتنفه الكثير من الغموض . الأمر الذى يتعذر معه تحديد المسئول فعلياً عن الخطأ الطبي بشكل جازم .

[١٧٤]- المعايطة ، منصور عمر المعايطة ، المسئولية المدنية والجنائية في الأخطاء الطبية ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ، الرياض ٢٠٠٤ ، ص٥٥ .

٢- حدود المسؤولية عن الأعمال الطبية على أساس فكرة المخاطر : القاعدة أن الضرر المحتمل لا يكون محلًا للمسئولية إلا بشروط معينة ودقيقة ([١٧٥]) . وتبدو مواطن الصعوبة فى الحالات التي يتراخى فيها حدوث الضرر المباشر عن الأخطاء الطبية ذات الصلة بـ " تقنية النانو " سواءً من حيث (العلاج ، التشخيص إلخ) الأمر الذى يقودنا إلى ضرورة تقبل الاحتمال الأكيد للضرر المستقبل كأساس للمسئولية الطبية عن مخاطر وأضرار " تقنية النانو الطبية " ، لكن بعد الثبت اليقيني بمعرفة أهل الخبرة والاختصاص من وجود علاقة سببية ملائمة وكامنة بين الخطأ الطبي والنتيجة المرتقبة المحتملة الوقوع بشكل أكيد وما أكدته أغلب الأبحاث فى هذا الشأن من مدى سرعة تأثر الأجنة بجزيئات النانو الدقيقة.

ت- علاقة السببية بين الخطأ الطبي النانوي ونتيجته :- يجب وجود علاقة سببية بين كلًا من الخطأ والضرر ، ففي مجال الأعمال الطبية تثار صعوبة طبية من حيث إثباتها نظرًا لما يتميز به جسم الإنسان (فسيولوجيًا وتشريحيًا) بسمات خاصة من حيث تعدد أسباب حدوث الضرر ، الذى قد يكون ثمة عوامل أخرى تحدثه ([١٧٦]) ويمكننا وصف السببية فى نطاق المسؤولية على أساس فكرة الضرر المحتمل بأنها : " سببية كامنة يتم التوصل إليها وتقدير توافرها على الافتراض المنطقي " لذا فسلوك الممارس الطبي فى هذه الحالة لم يتولد عنه نتيجة مادية فى العالم الخارجي ، ومن ثم فإن المحكمة تستخلص قيام رابطة السببية من الاحتمال القاطع بفاعلية وصلاحية السلوك القائم فى إحداث النتيجة الضارة التي لم تتحقق بعكس ذلك فى نطاق المسؤولية على أساس فكرة الضرر الطبي الذى تحقق بالفعل ، وعلى ذلك فالمحكمة ركزت فى حكمها على الواقع والمستفاد من كون النتيجة التي تحققت وترتبت بالفعل على السلوك المرتكب

توصيات : يجب الاستعانة بأهل الخبرة فى مجال الطب النانوي ، كما يجب إنشاء لجنة عليا للمسئولية الطبية النانوية " وهى عبارة عن لجنة طبية فنية تضم فى عضويتها " أطباء استشاريين " من بعض الجهات المتخصصة لا سيما وزارة الصحة ، والطب الشرعي وأساتذة كليات الطب ، الخدمات الطبية .

ثانيًا :- الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو فى ظل المبادئ العامة لحماية المستهلك :

- القواعد القانونية لحماية المستهلك فى الدول الأجنبية :

١- تجاهل التشريعات لتقنين استخدام تقنية النانو : تقنية النانو هي واحدة من عناصر التقنيات المتقاربة والتي يمكن أن تحول جميع القطاعات وحتى طريقة حياة الإنسان ؛ لذلك يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن الفوائد يجب أن تعود بالنفع على الجميع وتجنب الآثار السلبية .

٢- أهم مجالات التعاون الدولي يتمثل فى وضع إجراءات معيارية لاختبار للمواد والمنتجات النانوية من حيث أثرها على الصحة وسلامتها ، ووضع إرشادات ومعايير لحماية الصحة المهنية ، وقواعد تنص على تقديم معلومات عن سلامة المنتجات والمواد ومأمونيتها ، وتوسيم

---

[١٧٥]- العربي ، بلحاج العربي ، النظرية العامة للالتزام في القانون المدني الجزائري ، الجزء الثاني . الواقعة القانونية ، ديوان المطبوعات الجامعية ١٩٩٥ ، ص١٥٨.

[١٧٦]- صالح ، حمليل صالح ، المسئولية الجزائية الطبية ، دراسة مقارنة ، ورقة بحث مقدمة في إطار الملتقى الوطني المنظم من طرف كلية الحقوق بجامعة مولود معمري ، تيزى وزو ، المنعقد بتاريخ ٢٣ ٢٤ ، جانفى ٢٠٠٨ ، الجامعة الإفريقية العقيد أحمد دراية ، أدرار ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، قسم الحقوق ، مرجع سابق ، ص١٣ .

المنتجات التي تحتوى على جسيمات نانوية إذا دعت الضرورة لحماية حق المستهلكين فى المعرفة .

٣- تردد الاتحاد الأوربي فى وضع تنظيم قانوني لضبط استخدام تقنية النانو من خلال .

- المحاولات الأولى للاتحاد الأوربي لوضع سياسة حول التقنيات النانوية بين عامين ١٩٩٨ حتى ٢٠٠٢ مع البرنامج الإطاري الخامس لتنفيذ مختلف المشاريع الأوروبية .
- ترجع السياسة الأوروبية لاستخدام تقنية النانو إلى عام ٢٠٠٤ ، عندما تم اعتماد " نحو استراتيجية أوروبية للتكنولوجيا النانوية ١١ " وهى أول وثيقة رسمية تعتمدها الهيئات الأوربية فى هذا المجال ، هذه الاستراتيجية تعرف بأنها :" متكاملة وآمنة وخاضعة للمسائلة " وهى أساس سياسة الاتحاد الأوروبي فى مجال تقنية النانو ، وقد تم اتباعها وترجمتها إلى أهداف أكثر واقعية من خلال خطة عمل ٢٠٠٥ – ٢٠٠٩ ، وتم إعداد خطة عمل جديدة للفترة من ٢٠٢٠ – ٢٠١٥ فى المؤسسات الأوروبية .
- يثير موضوع وضع أطر قانونية لتنظيم استخدام تقنية النانو عددًا من القضايا لأنه يصعب حصر المجالات التي انتشرت فيها استعمال هذه التقنية نظرًا لانتشارها فى مجالات عديدة منها على سبيل المثال لا الحصر :" الطب ، الغذاء ، الصناعة الزراعة ، المياه ، البترول ، الفضاء ، الطاقة الشمسية ، المجالات العسكرية وغيرها من المجالات الأخرى .

٤- على الرغم من عدم وضع الاتحاد الأوربي تشريعات محددة بشأن تقنية النانو ، لكن هناك العديد من أدوات التنفيذ مثل : المبادئ التوجيهية أو المعيارية التي تعمل عليها اللجنة لتعزيز التشريعات الحالية .

٥- وفقًا لتقرير اللجنة الأوربية للتوحيد والقياس (CEN) بموجب ولاية المفوضية M / 409 تركز مشاريع تقنية النانو على ثلاثة مجالات رئيسية وهى .

أ- معايير الحفاظ على الصحة والعمال والسلامة البيئية .

ب- معايير لتحقيق أجندة لشبونة .

ت- معايير فى جدول الأعمال الاجتماعي .

٦- يمكن لتلك المعايير أن تسهل التواصل والتفاهم داخل القطاعات التي تشارك فى التقنيات النانوية ، خاصة إذا كانت هناك مشاركة نشطة من أصحاب المصلحة للمساعدة فى تحديد الاحتياجات . ويمكن لهذه المعايير أن تدعم التشريعات لا سيما فى مجال الصحة والسلامة والبيئة ، وسوف يساهم التقييس من خلال تطبيق المعايير والمقاييس بشكل كبير فى تسويق المنتجات وتطوير السوق والفهم التقني ، ووضع التشريعات المناسبة .

٧- وافقت المؤسسات الأوروبية على تكييف الإطار التنظيمي الرئيس والذى نتج عن ذلك الأمر رقم ١٢٢٣ المؤرخ فى ٣٠ نوفمبر ٢٠٠٨ ، والذى يعدل التوجيه EEC768 / 76 المؤرخ فى يوليو ١٩٧٦ بشأن مستحضرات التجميل ، والغرض من هذا التنظيم هو ضمان سلامة المنتجات .

٨- أصدر الاتحاد الأوربي لائحة بمستحضرات التجميل CE 200916 / 1223 وهى تعتبر أول نص قانونى أوروبي يحتوى على أحكام محددة للمواد النانوية ، وقد تضمنت اللائحة تعريفًا للمادة النانوية ، ويرجع سبب وضع تعريف له ، إلا أنه ضروري جدًا من أجل تحديد مفهومه ، وكذا مجال تطبيقه ، لكن التعريف الوارد فى اللائحة محدود وغير دقيق ؛ لأنه لا ينطبق على جميع المواد النانوية ، ولكن ربما على المواد النانوية فى الجيل الأول ؛لأن التكنولوجيا تتقدم بسرعة .

٩- وضعت اللائحة قواعد جديدة بشأن الأخطار ، ووضع العلامات والتي تتطلب الإجراءات تقييم السلامة لجميع المنتجات التي تحتوى على مواد متناهية الصغر قبل تسويقها ، ويجب إخطار اللجنة بجميع مستحضرات التجميل التي تحتوى على مواد متناهية الصغر .

١٠- تنص اللائحة أيضًا على ما يمكن دمجه فى مستحضرات التجميل وتتطلب من الصناعة تقديم معلومات حول استخدام المواد النانوية فى مستحضرات التجميل لتعزيز الرقابة على السوق . على الرغم من أن هذه الأحكام الجديدة تمثل التقدم بشكل عام ، إلا أنه لم يتم اعتماد جميع عناصر اللائحة ، فقد كانت متطلبات وضع الوسم موضوع مفاوضات مكثفة مع البرلمان الأوربي والمفوضية الأوربية ، لأن هذا هو المصدر الرئيسي للمعلومات التي تصل إلى المستخدمين ، سواء المستهلكين أو العمال ، جاء فى المادة ١٩ من اللائحة أنه :" يجب الإشارة بوضوح إلى أي مكون موجود على شكل مادة متناهية الصغر فى قائمة المكونات ، يتبع اسم المكون كلمة " نانو " بين قوسين معقوفين ، وقد تم إطلاق قائمة منتجات المستهلك الخاصة بتقنية النانو فى ٢٠٠٨ .

١١- يشير التحديث الأخير إلى أكثر من ١٠٠٠ منتج من ٥٠٠ شركة فى ٢٠ دولة تعتمد معلوماتها على تصريحات الشركات المصنعة ، يأتي أكبر عدد منها ٥٤٠ منتجًا من الولايات المتحدة الأمريكية ، تليها آسيا بـ ٢٤٠ ، وأوروبا بـ ١٥٤ . وفقًا لتحليل هذا المخزون فإن المواد الأكثر شيوعًا المذكورة صراحة كما هي واردة فى هذه المنتجات هي الفضة والكربون ، بما فى ذلك الفلورين والزنك والسليكون والتيتانيوم والذهب ([١٧٧]) .

- القواعد القانونية لحماية المستهلك فى الدول العربية :

١- الجزائر : كونها لها باع فى تقنية النانو : وتتمثل تلك القواعد فى الآتي :

أ- صعوبة إثبات سلامة المنتجات النانوية فى ظل مبدأ الالتزام العام بسلامة ضمان توافر عدد من الشروط وهى :

- أن يتجه أحد المتعاقدين إلى المتعاقد الآخر من أجل الحصول على منتج أو خدمة معينة
- أن يوجد خطر يتهدد المتعاقد طالب الخدمة أو المنتج .
- أن يكون الملتزم بتقديم الخدمة أو المنتج مهني أو محترف ([١٧٨]) . هذا ما ذهب إليه جانب من الفقه لكنه لاقى انتقادات شديدة ؛ لأنه ركز فى تعريفه لهذا الالتزام على شروطه .

٢- على إثر هذا النقد عرفه جانب آخر من الفقه على أنه :" ممارسة الملتزم سيطرة فعلية على كل العناصر التي يمكن أن تسبب ضررًا للدائن المستفيد من السلعة أو الخدمة بتحقيق غاية ونتيجة وليس بذل عناية " ، أي أن على المحترف أن يراعى الشروط الواجب توافرها فى المنتج وسلامته من العيوب ، بما يحقق الحماية للمستهلك وسلامته . رأى آخر قال :" إن التأثير الكامل للمدين وهو بصدد التوجيه والرقابة على أدوات التنفيذ ، بحيث لا ينال منها ضررًا بصحة الدائن ، أو تكامله الجسدي وفقًا لتوقيع المدين للحادث الذى يمكن أن يطرأ أثناء التنفيذ .

---

[١٧٧]- عمران ، آمال ، عائشة عمران ، بوحوية آمال . قانون الاستهلاك الجزائري ، جامعة عمار ثليجى – الأغواط ، الجزائر ، ص ١٢٩٣ ، ١٣٠٩موقع ، Aichaomrane . r@. Gmail . com http://www .. تاريخ الإرسال ، ٧ / ٩ / ٢٠١٩ . زيارة فى ٢٥ / ٩ / ٢٠٢٢ .

[١٧٨]-بنبلنى ، مواقي بنبلنى أحمد ، الالتزام بضمان السلامة ، المفهوم ، المضمون ، أساس المسئولية ، مجلة الفجر، العدد العاشر ،جامعة محمد خيضر ، ص٤١٤ ، ٤١٥ .

٣- تقوم مسئولية المنتج المحترف بسبب مخاطر المنتوجات فى حالة عدم إحاطته بالكيفية التي يتم استعمال الشيء وعدم تحذيره من مخاطر الاستعمال الخاطئ "الإخلال الالتزام بالإعلام " . وتترتب مسئوليته كذلك عند عدم مراعاته لواجب الحيطة والحذر فى مراحل التصنيع أو الإنتاج ، وقد تمتد إلى مرحلة التجهيز . وهذا ما يكسبه صفة الخطورة على سلامة المستهلك. وعلى الرغم من عدم وجود دراسات تثبت يقينًا الأضرار التي قد تنتج عن استعمال هذه التقنية ، إلا أنه يجب أخذ الحيطة والحذر من قبل المحترف بضمان سلامة المنتج من الأخطار المحتملة الوقوع والأضرار المترتبة على استعمال المنتجات المعيبة([١٧٩]) .

٤- اتخاذ التدابير المناسبة للوقاية من المخاطر التي تهدد المستهلكين من استعمال المنتجات ، وكذا مراقبة الدخول للسوق ، وتسهر هذه المؤسسات على مراقبة مدى مطابقة المنتجات لمتطلبات الحماية الجسدية للمستهلكين ([١٨٠]) . وقد تدخل المشرع فى بعض الحالات لمنع إنتاج وتوزيع مادة معينة بهدف حفظ الصحة والسلامة للمستهلكين .

مثال : منع استيراد واستعمال المادة النباتية المعدلة وراثيًا بموجب القرار المؤرخ فى ٢٤ / ١٢ / ٢٠٠٠ المتعلق بمنع استيراد وإنتاج وتوزيع وتسويق واستعمال المادة النباتية المعدلة وراثيًا

٥- التزام المحترف بإعلام المستهلك بالمنتجات النانوية : من خلال مبدأ الوقاية الذى اعتمد عليه المشرع فى سياسته التشريعية ، أقر المشرع مبدئًا مهمًا تأكيدًا منه على إصراره فى إقرار حماية أفضل للمستهلك ، هذا المبدأ هو مبدأ الالتزام بالإعلام وقد أقر المشرع الجزائري هذا المبدأ لأول مرة فى القانون المدني لسنة ١٩٧٥ حيث نص فى المادة ٣٥٢ ، ٨٦ وجاء فيه بالحديث عن ركن الرضا ([١٨١]).

٦- من أهم المشكلات التي تواجه المستهلك اليوم تلك المتعلقة بالمعلومات لفئة المستهلكين ، فكثيرًا ما نشهد اختلالًا فى التوزان فى العلاقات بين المحترفين والمستهلكين ، ومرده عدم المساواة فى المعلومات . نظرًا لما يملكه المحترف من معلومات كثيرة حول المنتج الذى يعرضه فى السوق ، كما يلتزم المحترف بالامتناع عن إيقاع المستهلك فى الغلط بشأن عناصر وخصائص المنتج .

٧- نصت المادة ٨ من المرسوم التنفيذ برقم ٩٠ -٣٦٦ على الالتزام المحترف بالامتناع عن استعمال أي إشارة أو أي علامة أو تسمية خيالية ، أو أية وسيلة للتقويم أو الوسم ، يكون من شأنه أن يخدع المستهلك أو يوقعه فى الغلط فيما يخص طبيعة المنتج وتركيبته ومقدار عناصره ، لذا يجب على المحترف ألا يخفى على المستهلك إدخال هذه التقنية فى المنتج الذى يقتنيه ، بل إن المحترف ملزم بإعلام المستهلك بأن المنتج الذى يقتنيه أو يحصل عليه هو منتج نانوى أو أن مصدره نانوى .

٨- التزام المحترف بأمن ومطابقة المنتجات النانوية كآلية وقائية لحماية المستهلك حدد المشرع الجزائري مفهوم الأمن على أنه :" البحث عن التوازن الأمثل بين كل العناصر المعنية بهدف تقليل أخطار الإصابات فى حدود ما يسمح به العمل والالتزام بالأمن والسلامة على عاتق كل متدخل وذلك بالسهر على أن تكون المنتجات الموضوعة للاستهلاك مضمونة ، وألا تلحق

---

[١٧٩]- البدو ، أكرم محمود حسين البدو ، الالتزام بالإفضاء وسيلة للالتزام بضمان السلامة ، مجلة الرافدين للحقوق ، مجلد ١ ، السنة العاشرة ، عدد٢٤ ، سنة ٢٠٠٥ ، جامعة الموصل ،

[١٨٠]- بدوالي ، محمد بدوالي ، حماية المستهلك فى القانون المقارن ، دراسة مقارنة مع القانون الفرنسي ، الجزائر ، دار الكتاب الحديث ٢٠٠٦ ، ص٧٥ .

[١٨١]- نفس المرجع السابق ، ص٧٧ .

ضـررًا بصـحة المسـتهلك وأمنـه ومصـالحه وذلـك ضـمن الشـروط العاديـة للاسـتعمال أو الشـروط الأخرى الممكن توقعها من قبل المتدخلين طبقًا للمادة ٩ من القانون ([١٨٢]).

٩- الرقابـة : أحـال المشـرع بموجـب التعـديل الخصـائص التقنيـة للـنص إلـى التنظـيم مـن خـلال المـادة ١٢ فـرض المشـرع علـى المتـدخل إجـراء رقابـة ذاتيـة علـى المطابقـة للمنـتج قبـل عرضـه علـى الاسـتهلاك ، وذلـك حسـب حجـم وتنـوع المنتجـات والوسـائل التـي يجـب أن يمتلكهـا مراعـاة لاختصاصه ، والقواعد والعادات المتعارف عليها .

١٠- القواعـد المتعلقـة بالمواصـفات التـي يجـب أن تحتـرم عـن عـرض المنـتج علـى المسـتهلك مـن خـلال أحكـام القـانون ٠٤ – ٠٤ المـؤرخ فـى ٢٣ يونيـو ٢٠٠٤ ويتعلـق بـالتقييس ٢٧ هـذا القـانون الـذى نظـم أحكامًـا خاصـة بالمواصـفات القانونيـة المسـتعملة لتقيـيم المطابقـة والتـي أوكلهـا المشـرع لهيئـات خاصـة . المـادة ٤ مـن المرسـوم التنفيـذي ٢٨٤٦٥- ٠٥ هـذه الرقابـة لا تعنـى اسـتبعاد المتـدخل مـن الخضـوع للرقابـة الإداريـة مـن الأعـوان المكلفـين بهـا قانونًـا ، ونشـير إلـى أن المنتجـات المسـتوردة حظيـت بـنص مسـتقل يحـدد شـروط مراقبـة مطابقـة المنتجـات المسـتوردة عبـر الحدود ([١٨٣]) .

[١٨٢]- المادة ٥ من مرسوم تنفيذي رقم ٥٠ – ٤٨٤ مؤرخ فى ٢٢ ديسمبر ٢٠٠٥ ، يعدل ويتمم المرسوم التنفيذي رقم ٩٠ – ٣٦٧ المؤرخ فى ١٠ نوفمبر ١٩٩٠ والمتعلق بوسم السلع الغذائية وعرضها .

[١٨٣]- رحيمة ، شغلوم رحيمة ، قانون الاستهلاك ، حماية المستهلك فى ظل التشريع الجزائري ، بيت الأفكار للنشر والتوزيع ، الجزائر ٢٠١٩ ، ص١٧ .

خاتمة

أولا: النتائج :

١- توصل الباحث إلى تعريفات مختلفة حول تقنية النانو .
٢- معرفة أهم المميزات والخصائص وأهمية تقنية النانو .
٣- بيان تاريخ تقنية النانو .
٤- الوقوف على الجوانب الإيجابية والسلبية للحد من مخاطر تقنية النانو.
٥- يجب ألا تقف نظرية الحراسة عند الآلات الميكانيكية والأشياء التي تتطلب عناية خاصة من مكونات النانو ، بل يجب أن تتسع الدائرة لتشمل كل الأشياء من عقار ومنقول قائم على هذه التقنية ولو لم تتطلب عناية خاصة أو تعتبر خطر بطبيعتها وإلا لأدى ذلك إلى إفلات حالات كثيرة وخضوعها للقواعد العامة التقليدية فى التطبيق ومن ثم لا تتحقق الحماية القانونية والفعالة للمستهلك لأنه من الصعب حصر الأخطار والأضرار التي تسببها المواد النانوية .
٦- يجب تفسير التدخل الإيجابي للشيء الخاضع للحراسة فى إحداث الضرر كشرط للمسئولية تفسيرًا واسعًا فى مجال منتجات النانو . ذلك أن منتجات النانو بناءً على صغر حجمها لها القدرة على الدخول لجسم الإنسان بكل سهولة وبدون مقاومة كما أنه باستطاعتها الانتشار وإحداث الضرر فى الجسم ويمكن أن تسبب الوفاة .
٧- لا تحقق نظرية الحراسة الحماية القانونية للمضرور حينما يكون هو الذي سبب الضرر لنفسه ، وإذا كان ذلك قبوله سائغًا بالنسبة للمضرور الذي يلقى بنفسه أمام سيارة مسرعة قاصدًا الانتحار ، أو يغامر بالدخول لأماكن محظور دخولها لغير العاملين مثل التي تسبب إشعاعات فإن مخاطر النانو تبقى كامنة لفترة طويلة داخل الجسم ومساهمة المضرور فى إحداث مخاطرها يكون فى السواد الأعظم من الحالات بغير قصد . بل عن جهل تام بالأضرار الناجمة عنها وبالتالي لا يجب حرمان هؤلاء الضحايا من مخاطر النانو ولو كان لهم دخل فى إحداث تلك المخاطر .

توصيات:

١- وضع مخططات للمعالجة البيئية للأضرار التي ستنجم عن هذه التقنيات الغامضة فى مدى تطورها
٢- يجب على الحكومات والهيئات التنظيمية مسئولية المراقبة والإشراف مع معالجة المخاطر الناجمة عن استخدام المواد متناهية الصغر النانوية .
٣- يجب تضافر الجهود العلمية والخبرات فى المجال الاجتماعي والصحي والنفسي وتقديم دراسات دورية منظمة حول التطور التكنونانوى من أجل تخليص الهواء
٤- العمل على توضيح إيجابيات وسلبيات استعمال هذه التقنية وما مدى الاستفادة منها.
٥- زيادة الوعى بتقنية النانو واستخداماتها عبر وسائل الإعلام المختلفة .
٦- يجب الاستعانة بأهل الخبرة فى مجال الطب النانوي ، كما يجب إنشاء لجنة عليا للمسئولية الطبية النانوية " وهى عبارة عن لجنة طبية فنية تضم فى عضويتها " أطباء استشاريين " من بعض الجهات المتخصصة لا سيما وزارة الصحة ، والطب الشرعي وأساتذة كليات الطب ، الخدمات الطبية .
٧- نوصي بتقرير قواعد قانونية تحقق الحماية القانونية الفعالة للمستهلكين من مخاطر تقنية النانو خاصة عند تقرير مسئولية المنتج بحيث يسهل علي المستهلك " المضرور " أن يقيم الدعوى عليه .

المراجع

أولا : القرآن الكريم :

ثانيا : مراجع لغوية :

١- مجمع اللغة العربية، المعجم الكبير ، ألفاظ الحضارة ، المجلد الثالث .

ثالثا: مراجع علمية

١- أبو زيد ، هناء مهدي أبو زيد ، تكنولوجيا النانو ، مؤسسة حورس الدولية ، طبعة أولى سنة٢٠١١ .
٢- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ، كتاب عالم المعرفة .
٣- البشير ، محمد هاشم البشير محمد ، مخاطر تكنولوجيا النانو ، طبعة أولى ، سنة ٢٠١٢.
٤- الحسيني ، نهى علوي أبو بكر الحبشي الحسيني ، ما هي تقنية النانو ، ١٤٣٠هـ ، ٢٠٠٩م يونيو نسخة الكترونية ، شعبان ١٤٣٢هـ - يوليو ٢٠١١م ، مطابقة لنسخة الطبعة الأولى جمادى الآخرة ١٤٣٠هـ - ٢٠٠٩م ، طباعة وتوزيع من وزارة الثقافة والإعلام فى المملكة العربية السعودية .
٥- الشيخ ، موسى ، فتح الله الشيخ ، محمود موسى ، قصة النانو تكنولوجي . حاضرها ومستقبلها المكتبة الأكاديمية ، القاهـــرة .
٦- العصيمي ، عايد عبد الله العصيمي ، المسئولية الاجتماعية للشركـات نحو التنمـية المستدامة ، دار البازورى للنشـر والتـوزيع ، عمان ، الأردن ، سنة ٢٠١٥.
٧- القاسم ، خالد القاسم ، جدوى استخدام تكنولوجيا النانو في تطوير القاعدة التكنولوجية الصناعية العربية ، المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين ، والبنك الإسلامي للتنمية ، الرباط المغرب ، سنة ٢٠٠٦.
٨- الوكيل ، محمد عبد الرحمن الوكيل ، تأثير الجزيئات المتناهية الصغر على تركيب التربة وميكروباتها ، سنة ٢٠١٣. النانو تكنولوجي (مقدمة فى فهم علم النانو تكنولوجي) .
٩- المنشاوي ، محمد أحمد المنشاوي ، النظرية العامة للحماية الجنائية للبيئة البحرية ، دراسة مقارنة مكتبة القانون والاقتصاد ، الرياض ، السعودية ، سنة ٢٠١٤.
١٠- حمزة ، دربالة ، أماني محمد محمود حمزة ، على سليمان حامد ربالة ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في مجالات عديدة الزراعة تكنولوجيا الغذاء ، المياه ، البيئة ، مكافحة الآفات ، دار الكتب العلمية ، بيـروت لبنان ، ١٩٧١.
١١- حجازي ، أحمد توفيق حجازي ، تكنولوجيا النانو ، كنوز المعرفة ، طبعة أولى ، سنة ٢٠١٢.
١٢- جمال الدين ، صلاح الدين جمال الدين ، عقود الدولة لنقل التكنولوجيا ، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق جامعة عين شمس ، سنة١٩٩٣م .
١٣- سلامة ، صفات سلامة ، النانو تكنولوجي (مقدمة فى فهم علم النانو تكنولوجي) الدار العربية للعلوم ناشرون ، طبعة أولى سنة ٢٠٠٩.
١٤- صالح ، محمود محمد سليم صالح ، تقنية النانو وعصر علمي جديد ، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، الريـــاض ، ٢٠١٥.
١٥- صالح خليل أبو إصبع ، الاتصـــال والتنمية المســـتدامة في الوطـــن العربي ، دار النشر للبركة والتوزيع ، الأردن ٢٠٠٩.
١٦- صعابنة ، درابيع ، محمد صعابنة ، الوليد درابيع ، دور التشريعات الفلسطينية فى مواجهة مخاطر استهلاك النانو ، دراسة تحليلية فى ضوء قانون حماية المستهلك ، سنة ٢٠٠٥.
١٧- عبد الله ، على محمد على عبد الله ، النانو تكنولوجي بين الأمل والخوف . مكتبة الدار العربية للكتاب القاهرة ١٤٣٣ هـ - ٢٠١٢م ، طبعة أولى .
١٨- عماري ، عمار عماري ، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها ، مداخلة مقدمة ضمن فعاليـــات الملتقى الدولي حـــول التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للمواد المتاحة جامعة سطيف ، ٧،٨ إبريل ٢٠٠٨ .
١٩- عوف ، أحمد عوف محمد عبد الرحمن ، طب النانو ، الآفاق والمخاطر ، مكتبة الأسرة ، ٢٠١٣ طب النانو ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها في الطب .الهيئة المصرية العامة للكتاب .
٢٠- قاسم ، على يوسف حاج قاسم ، النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل ، المركز الوطني للمتميزين وزارة التربية الوطنيـــة بسوريا ، بدون سنة نشر.
٢١- منايفة ، منير منايفة ، النانو تكنولوجي عالم صغير ومستقبل كبير ، الدار العربية للعلوم .بيـروت لبنان ، ٢٠٠٩.

٢٢- نوفنرتا ، ماسميليا نوفنرتا ، وآخرون ، مدخل إلى علم النانويات وتقانتها . ترجمة . محمد عبد الستار الشيخلى و آخرون ، سلسلة كتب التقنيات الاستشرافية والمتقدمة ، المنظمة العربية للترجمة ، لبنان .

مراجع قانونية :-

١- أبو خطوة ، أحمد شوقي أبو خطوة ، شرح الأحكام العامة لقانون العقوبات ،الجزء الأول النظرية العامة للجريمة ، دار النهضة العربية ، ١٩٩٩.
٢- أبو ستيت ، أحمد حشمت أبو ستيت ، مصادر الالتزام ، مطبعة مصر ، سنة ١٩٤٥ .
٣- الجمل ، حازم حسن الجمل ، نظرات حول مدى قصور المسئولية الطبية من مخاطر وأضرار طب النانو ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، الجزائر سنة ٢٠١٩ .
٤- أسامة قايد : المسئولية الجنائية للأطباء ، القاهرة ، سنة١٩٨٩.
٥- الأطرقجى ، هدى سالم محمد الأطرقجى ، مسئولية مساعدي الطبيب الجزائية ، دراسة مقارنة الدار العلمية الدولية ، ودار الثقافة للنشر والتوزيع ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠١.
٦- آل على ، يعقوب يوسف أحمد على آل على ، المسئولية الجنائية عن استخدام تكنولوجيا النانو فى المجال الطبي دراسة مقارنة ، دار النهضة العربية ، مصر ، دار النهضة العلمية ، الإمارات ٢٠١٩.
٧- البدو ، أكرم محمود حسين البدو ، الالتزام بالإفضاء وسيلة للالتزام بضمان السلامة ، مجلة الرافدين للحقوق ، جامعة الموصل ، مجلد ١ ، السنة العاشرة ، عدد٢٤ ، سنة ٢٠٠٥ ، جامعة الموصل .
٨- السنهوري ، عبد الرزاق السنهوري ، الوسيط فى شرح القانون المدني ، نظرية الالتزام بوجه عام مصادر الالتزام ، دار النهضة العربية ، سنة ١٩٦٤.
٩- الشاوي ، على حسين الخلف الشاوي ، المبادئ العامة فى قانون العقوبات ، العراق ، بغداد سنة ١٩٨٢ .
١٠- الشواربي ، عبد الحميد الشواربي ، مسئولية الأطباء والصيادلة والمستشفيات ، منشأة المعارف الإسكندرية ، ١٩٩٩.
١١- العربي ، بلحاج العربي ، النظرية العامة للالتزام في القانون المدني الجزائري ، الجزء الثاني . الواقعة القانونية ، ديوان المطبوعات الجامعية ١٩٩٥ .
١٢- الغريب ، محمد عيد الغريب ، التجارب الطبية والعلمية وحرمة الكيان الجسدي للإنسان دراسة مقارنة ، الطبعة الأولى ، ١٩٨٩ ، بدون دار نشر.
١٣- الفار ، عبد القادر الفار ، أساس مسئولية حارس الأشياء دراسة مقارنة ، بين الأنظمة الثلاث الإسلامي – الأنجلو أمريكي – اللاتيني . رسالة دكتوراه ، حقوق القاهرة ، سنة ١٩٨٨.
١٤- المرصفاوى ، حسن صادق المرصفاوى ، قواعد المسئولية الجنائية ، سنة ١٩٧٢ .
١٥- المعايطة ، منصور عمر المعايطة ، المسئولية المدنية والجنائية في الأخطاء الطبية ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية الرياض ٢٠٠٤.
١٦- اليعقوب ، بدر جاسم اليعقوب ، المسئولية عن الأشياء الخطرة ، رسالة دكتوراه ، حقوق القاهرة ١٩٧٧.
١٧- بدوالي ، محمد بدوالي ، حماية المستهلك فى القانون المقارن ، دراسة مقارنة مع القانون الفرنسي ، الجزائر ، دار الكتاب الحديث ٢٠٠٦.
١٨- 'بنبلنى ، مواقي بنبلنى أحمد ، الالتزام بضمان السلامة ، المفهوم ، المضمون ، أساس المسئولية ، مجلة الفجر، العدد العاشر ،جامعة محمد خيضر.
١٩- حجازي ، عبد الحى حجازي ، المدخل لدراسة العلوم القانونية ، جزء ثان ، الحق ١٩٧٠ رقم ٢٠ .
٢٠- حسنى ، محمود نجيب حسنى ، شرح قانون العقوبات القسم العام ، دار النهضة العربية القاهرة مصر ١٩٨٢.
٢١- رحيمة ، شغلوم رحيمة ، قانون الاستهلاك ، حماية المستهلك فى ظل التشريع الجزائري ، بيت الأفكار للنشر والتوزيع ، الجزائر ٢٠١٩.
٢٢- صالح ، حمليل صالح ، المسئولية الجزائية الطبية ، دراسة مقارنة ، ورقة بحث مقدمة في إطار الملتقى الوطني المنظم من طرف كلية الحقوق بجامعة مولود معمري ، تيزى وزو ، المنعقد بتاريخ ٢٣ ٢٤ ، جانفى ٢٠٠٨ ، الجامعة الإفريقية العقيد أحمد دراية ، أدرار ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية ، قسم الحقوق.
٢٣- عبد الحليم عبد القادر أبو هزيم ، المسئولية عن الأشاء غير الحية فى القانون المدني الأردني ، دراسة مقارنة ، رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق ، الجامعة الأردنية ، سنة ١٩٩٥.
٢٤- عبد الباقي ، عبد الفتاح عبد الباقي ، المسئولية التقصيرية عن حوادث السيارات وغيرها من الأشياء الخطرة تأسيسا على حراستها . محاضرات مطبوعة على الآلة الطابعة . ألقيت فى كلية الحقوق جامعة القاهرة سنة ١٩٨٦.
٢٥- عبد الرازق ، عبد الرحمن عبد الرازق ، مسئولية الطبيب المدنية ، القاهرة ، سنة ١٩٧٦.
٢٦- عبيد ، رؤوف عبيد ، ضوابط تسبيب الأحكام الجنائية ، ١٩٧٧.
٢٧- عبد الرحمن ، منى فريد عبد الرحمن ، تجارب على الجنين ، المكتبة الأكاديمية ١٩٩٢ .

٢٨- عمران ، آمال ، عائشة عمران ، بوحوية آمال . قانون الاستهلاك الجزائري ، جامعة عمار ثليجى – الأغواط ، الجزائر ، ص ١٢٩٣ ، ١٣٠٩موقع ، Aichaomrane . r@. Gmail . com http://www .. تاريخ الإرسال ، ٧ / ٩ / ٢٠١٩ . زيارة فى ٢٥ / ٩ / ٢٠٢٢.
٢٩- مأمون ، عبد الرشيد مأمون ، علاقة السببية فى المسئولية المدنية ، دار النهضة العربية ، بدون سنة طبع
٣٠- مأمون محمد سلامة ، شرح قانو ن العقوبات ، القسم العام ، سنة ١٩٧٦.
٣١- محمد ، محمد نصر محمد ، المسئولية الجنائية والدولية عن استخدام تطبيقات النانو الطبية ، مركز الدراسات العربية للنشر والتوزيع ، الجيزة ، طبعة أولى ، ٢٠١٦.
٣٢- منصور ، محمد حسين منصور ، المسئولية الطبية ، دار الجامعة الجديدة للنشر ، الإسكندرية مصر طبعة ١٩٩٩ ، طبعة ٢٠٠١.
٣٣- مخلوف ، أحمد مخلوف ، أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن مخاطر تقنية النانو ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، الجزائر سنة ٢٠١٩ .

أبحاث :

١- البار ، إيمان ، أمين البار ، دنى إيمان ،عالم النانو تكنولوجي وتنافس الدول العظمى لتطويره بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، ٢٠١٩.
٢- إلهام ، نايلي إلهام ، تطبيقات تكنولوجيا النانو في صناعة الغذاء ، بحث مقدم لكتاب أعمال المؤتمر الدولي حول : الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو ، جزء أول ، ٢٠١٩م .
٣- بحث عن تقنية النانو ، إعداد طلاب الدكتوراه فى جامعة أم القرى - قسم الإدارة والتخطيط التربوي السعودية . ٢٠١٣/٥/١٤ .
٤- حركات ، غيده ، سعيدة حركات ، سارة بن غيده ، تكنولوجيا النانو وتطبيقاتها البيئية – عرض تجارب عربية ،كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو ، جزء أول ، ٢٠١٩م.
٥- عمراني ، نادية عمراني ، الاستخدامات البيئية الآمنة لتقنية النانو تكنولوجي ، كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخطورة استخدام النانو جزء أول ،٢٠١٩م .
٦- عياش ، لهيدي ، برهام ، العايب ، زبير عياش ، العربي بن لهيدي ، نور الهناء براهم سناء العايب ، تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي في المجال البيئي بين الفوائد والمخاطر . بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك . الجزائر . جزء أول ،٢٠١٩م .
٧- محمد ، نصيرة ، خليفة محمد ، مهيرة نصيرة ، تقنية النانو والجريمة البيئية ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك ، الجزائر ، ٢٠١٩.
٨- معزوز ، إيمان ، ربيع معزوز ، خليل إيمان ، حماية المستهلك من تقنية النانو ، بحث منشور في كتاب أعمال المؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك بين حتمية التطور وخورة استخدام النانو ، يومي ١٠ ،١١ جوان ٢٠١٩ ، الجزء الثاني ، الجزائر ، منشورات مخبر المحاسبة ، المالية الجباية والتأمين ، جامعة العربي بن مهيدي ، أم البواقي .

مقالات :

١-صدقي ، عبد المنعم صدقي ، مزايا ومخاطر تطبيقات النانو تكنولوجي . مقال . أستاذ بمعهد بحوث الإنتاج الحيواني . موقع . agri2day . com فى ٢٠١٩/٨/٢١ زيارة فى ٢٠٢٠/٦/١ ٢-محمود هويهى ، تكنولوجيا النانو والبيئة ، مقال إلكتروني ، متوفر على الموقع الإلكتروني . hptt://inde pendent . academia . edulMahmoud Hewehy .تاريخ الدخول .١/ ٤ / ٢٠٢١ .

٢- **مجلات :**

١- الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، الثقافة القانونية لمنع قاطرة التنمية ، مجلة التقدم العلمي مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، العدد ٦٦ ، سنة ٢٠٠٩م . الإسكندراني ، محمد شريف الإسكندراني ، وآخرون ، التلوث النانوي ، الأخطار وسبل المواجهة الأمن والحياة . مجلد ٣٦ ، عدد٤١٣ ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ٢٠١٦ .
٢- الشريف ، ولاء محمود على أحمد الشريف ، النانو تكنولوجي في مجال صناعة الغذاء ، مجلة أسيوط للدراسات البيئية . العدد ٤٢ ، جويلية ٢٠١٥ ،
٣- الزهيري ، طلال ناظم الزهيري ، النانو تكنولوجي ، آفاق مستقبلية لبناء المكتبات الرقمية على الهاتف المحمول ، المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات ، مجلد ٣ ، عدد١ ، سنة ٢٠١٠م .

٤- العنانزة ، خالد العنانزة ، ٢٠١٥ تكنولوجيا النانو مفهومها – تطبيقها – مخاطرها البيئية والصحية – الأمن والحياة ، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية ، مجلد٣٤ .ع٣٩٧ .
٥-الطعيمات ،هاني سليمان الطعيمات ، تكنولوجيا النانو من وجهة نظر شرعية ، مجلة هدى الإسلام وزارة الأوقاف والشئون والمقدسات الإسلامية ، فلسطين ، مجلد ٥٦ ، عدد٩ ، سنة ٢٠٠٢.
٦-بركات ، علا عبد السلام بركات محمد ، فرص ومخاطر تكنولوجيا النانو والتغييرات التى تحدثها فى بعض الخواص الرئيسية المرتبطة بالشعور بالراحة فى الخامات السيليوزية ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، الجمعية العربية للحضارة والفنون الإسلامية ٢٠١٨.
٧-بوراس ، العشى ، فايزة بوراس ، هارون العشى ، أهمية تطبيق النانو تكنولوجي في الطاقات المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة ، مقال منشور في مجلة العلوم الإنسانية لجامعة أم البواقي الجزائر ، مجلد٥ عدد ٢ ديسمبر ٢٠١٨م .
٨- سعيد ، رحاب فايز أحمد سعيد ، تكنولوجيا النانو في مجال المعلومات والاتصالات - الفرص والتحديات ، مجلة اعلم ، عدد١١ أكتوبر ٢٠١٢ ، الاتحاد العربي للمكتبات والمعلومات .
٩-عياش ، مهيدي ، برهام ، العايب ، زبير عياش ، العربي بن مهيدي ، نور الهناء براهم . سنا العايب تطبيقات تقنية النانو تكنولوجي في المجال البيئي الفوائد والمخاطر ، بحث مقدم للمؤتمر الدولي حول الضوابط الشرعية والقانونية لحماية المستهلك .
١٠-عطا حسن درويش ، هالة حميد أبو عمرة ، مستوى المعرفة بتطبيقات النانو تكنولوجي لدى طلبة كليات التربية . مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية والنفسية . مجلد ٢٦ ، عدد١ ، ٢٠١٨.
١١-مصبح ، عمر عبد المجيد مصبح ، توظيف تقنية النانو في إعادة بناء مسرح الجريمة الواقع والمأمول مجلة القانون المغربي ، عدد٣٤ ، دار السلام للطباعة والنشر ، سنة ٢٠١٧م .
١٢-مزيد ، عباس ، علام مزيد ، على مهدى عباس ، النانو تكنولوجي فرصة للتقدم أم للتبعية المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية ، الجامعة المستنصرية ، العراق ، سنة ٩ ، العدد٣١ ، سنة ٢٠١١م .
١٣- مجلة العلوم ، الترجمة العربية لمجلة ساينتفيك أمريكان scientific American . تصدر شهريا في دولة الكويت عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، المجلد ١٧ ، أغسطس ، سبتمبر ٢٠٠١م ، سر السيوف الدمشقيةDj . فيرهوفن .
١٤- ناصر، مراد ناصر، للمزيد، التنمية المستدامة وتحدياتها في الجزائر، مجلة التواصل. العدد٢٦، جزان ٢٠١٠

ملتقيات عربية :

١-المطيري ، طارق بن طلق المطيري ، بحث بعنوان ، دور تقنية النانو فى الحد من الكوارث ورقة عمل مقدمة للجنة الحلقة العلمية المنعقدة بكلية التدريب فى جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية (استخدام التقنيات الحديثة فى مواجهة الكوارث) فى الفترة من ٦-٨ /٢ / ٢٠١٢. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية. ٢-بوخروبة ، أبو عمرة ، الغالي بوخروبة ، هالة حميد أبو عمرة ، إشكالية التنمية المستدامة وأبعادها ورقة بحثية مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الوطني حول المحاسبة الخضراء والتدقيق البيئي في ظل التنمية المستدامة ، جامعة / عبد الحميد بن باديس ، ٢٨ ٢٩ نوفمبر ٢٠١٧ .

٣-عياش ، مخلوف ، زبير عياش ، أميرة بن مخلوف ، الحكم الراشد لتحقيق التنمية المستدامة في أفريقيا من منظور الآلية الإفريقية للتقييم من قبل النظراء – مداخلة مقدمة ضمن فعاليات الملتقى الدولي حول آليات حوكمة المؤسسات ومتطلبات تحقيق التنمية المستدامة ، ورقلة – نوفمبر ، الجزائر ، سنة ٢٠١٣ م
٤-عرض موجز لدراسة: "النانو تكنولوجي . المجال الناشئ لمستقبل التطبيقات العسكرية" والصادرة عن "معهد دراسات وتحليلات الدفاع الهندي"IDSA " في شهر أكتوبر ٢٠١٥ .

ورش عمل :

١- الصالحي ، الضويان ، محمد بن صالح الصالحي ، عبد الله صالح الضويان ، مقدمة في تقنية النانو ، إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات ، الطريق نحو تحقيق رؤية خادم الحرمين الشريفين ، ١٤٢٨هـ - ٢٠٠٧م ٢٣.

رسائل ماجستير :

١- الشهري ، محمد بن فايز بن عبد الرحمن الشهري ، فعالية برنامج تعليمي قائم على الوسائط المتعددة في إكساب طلاب الصف الثانوي مفاهيم تكنولوجيا النانو واتجاهاتهم نحوها ، أطروحة دكتوراه في المناهج وتقنيات التعليم ، السعودية ، ٢٠١٢.

٢- مسعودي ، يحي مسعودي ، إشكالية التنمية المستدامة في ظل العولمة في العالم الثالث . مذكرة ماجستير في العلوم الاقتصادية ، جامعة الجزائر ، سنة ٢٠٠٩.

رسائل دكتوراه :

١- الإكيابى ، يوسف عبد الهادي خليل الإكيابى ، النظام القانوني لعقود نقل التكنولوجيا في مجال القانون الدولي الخاص رسالة دكتوراه ، كلية الحقوق ، جامعة الزقازيق ، سنة ١٩٨٨م .
٢- وناسه ، بصدى وناسه ، الحماية الجنائية للبيئة الهوائية ، دراسة مقارنة ، أطروحة دكتوراه العلوم كلية الحقوق ، جامعة محمد بن خيضر، بسكرة ، الجزائر ، ٢٠١٦ /٢٠١٧.

مواقع إلكترونية :-

١- الحلفى ، أسعد رحمان سعيد الحلفى ، تحلية المياه بتقنية النانو ، متاح على الموقع : http:// www. Phys4arab . net3/10 /2019 . زيارة فى ١٥ / ٧ / ٢٠٢٢ .
٢-العمرى ، حاتم العمرى ، ملصقات إعلانية وملابس تكافح التلوث وصديقة للبيئة ، متاح على الرابط الإلكتروني ، https : //nanotech post wordpyess . com . زيارة فى ١٠ / ٤ / ٢٠٢٠ .
٣- سالم ، محمد منير سالم ، طب النانو الآفاق والمخاطر ، Nano medicine … pyooescts and tyisAs ، موقع الفريد في الفيزياء دخول ١٥/ ١٢/ ٢٠١٩ م
٤- تكنولوجيا النانو والبيئة ، متاح على الرابط . http://www.ga frd.org زيارة فى ٣٠ / ٣ /٠ ٢٠٢ .
٥- سلامة ، صفات سلامة ، النانو تكنولوجي (مقدمة في فهم علم النانو تكنولوجي) الدار العربية للعلوم ناشرون ، طبعة أولى ٢٠٠٩ hptt://inde pendent . academia . edulMahmoud Hewehy.تاريخ الدخول .١/ ٤ / ٢٠٢١.
٦-عزب ، خالد عزب ، تقنية النانو وعصر علمي جديد . موقع "youm 7 . com / story. .2017 /7/24زيارة فى ٢٠٢٠/٦/١ .
٧- ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة ، الآثار الاجتماعية لتقنية النانو ، موقع .ar.Wikipedia.org/wiki زيارة فى ١ /٥ / ٢٠٢١ .
٨-موقع المخترعين العرب ، زيارة فى ١٤ / ٣ / ٢٠٢١.
٩- منهل الثقافة التربوية على الموقع الإلكتروني ، net/articles. http://www.manhal php? Action=showed=395 . زيارة فى ٢٥ / ٥ / ٢٠٢٢ الموافق الأربعاء .

سلاسل :

١- سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب الكويت صدرت السلسلة في يناير ١٩٧٨م، وصدر الكتاب في إبريل ٢٠١٠م.

الفهرست

سلسل	الموضـــــــــــــــــــــــــــوع	الصفحة
١	مقدمة (أهمية الدراسة – أهداف الدراسة – منهج الدراسة – إشكالية الدراسة – فرضية الدراسة – هيكل الدراسة – أسباب اختيار الموضوع – خطة الدراسة)	١-٢
٢	المطلب الأول : المقصود بتقنية النانو .	٣
٣	الفرع الأول : تعريف وفوائد ومميزات تقنية النانو .	٤
٤	الفرع الثاني : أسباب وأهمية تقنية النانو .	٩
٥	المطلب الثاني : تاريخ وخصائص تقنية النانو .	١٥
٦	الفرع الأول : نبذة تاريخية عن تقنية النانو .	١٦
٧	الفرع الثاني : خصائص وأشكال وتصنيع المواد النانوية .	٢٣
٨	المطلب الثالث: مخاطر تقنية النانو بين البيئة والمستهلك .	٢٨
٩	الفرع الأول : الجوانب الإيجابية لتقنية النانو .	٢٩
١٠	الفرع الثاني : الجوانب السلبية لتقنية النانو .	٣٦
١١	المطلب الرابع : أبعاد المسئولية القانونية الناشئة عن أضرار تقنية النانو	٤٥
١٢	الفرع الأول : إشكالية مدى استجابة القواعد القانونية لمواجهة أضرار تقنية النانو .	٤٦
١٣	الفرع الثاني : الضوابط القانونية لاستخدام تقنية النانو .	٥٤
١٤	الخاتمة (النتائج – التوصيات)	٦٦
١٥	مراجع	٦٧
١٦	فهرست	٧٠