دور تكنولوجيا النانو في تحقيق متطلبات التنمية المستدامة مع الإشارة إلى حالة الجزائر

The role of nanotechnology in achieving the requirements of sustainable development, With reference to the case of Algeria

د : مراد محبوب [1]، د : مبارك قرقب [2] MOURAD mahboub[1] / GUERGUEB Mebarek[2]

[1] جامعة محمد خيضر بسكرة rayanmourad@yahoo.fr

[2] مخبر العلوم والبيئة المركز الجامعي بتمنراست kerkeb1979@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 2020/09/ 09 تاريخ القبول: 2020/12/ 17 تاريخ النشر: 2020/12/ 31

ملخص:

خلال السنوات القليلة الماضية ظهر مصطلح جديد في مجال التكنولوجيا وهو مصطلح النانو تكنولوجي"Nanotechnology"، حيث إنتشر هذا المفهوم في الأوساط العلمية والأكاديمية نتيجة لتطبيقاته المختلفة في العديد من المجالات، حيث سارعت العديد من الدول إلى رصد الإمكانيات المالية والبشرية للحصول على المزايا التي يقدمها في مجال تحقيق التنمية المستدامة، وفي هذا السياق تحاول هذه الدراسة التعرض إلى مفهوم تكنولوجيا النانو وعلاقتها بمتطلبات تحقيق التنمية المستدامة في المجالات المختلفة، وذلك من خلال تحديد الدور الذي يمكن أن تلعبه هذه التكنولوجيا في المحافظة على البيئة والاقتصاد في الطاقة، وتحسين الصناعة الغذائية، والمساهمة في دعم التكنولوجية الطبية وإنشاء المباني الخضراء، كما تشير الدراسة إلى واقع تكنولوجيا النانو في الجزائر وأهم أفاقها.

كلمات مفتاحية: تكنولوجيا النانو؛ التنمية المستدامة، التكنولوجيات الجديدة في الجزائر.

تصنيف **JEL**: A12 , Q14

Abstract:

In the last few years, a new term has emerged in the field of technology, the term "nanotechnology", This concept has spread in scientific and academic circles as a result of its various applications in many fields, as many countries have been quick to monitor the financial and human resources in order to achieve sustainable development. In this context, this study attempts to tackle the concept of nanotechnology and its relation with the requirements of sustainable development in various fields. It discusses the role that this technology can play in preserving the environment and the energy economy, improving the food industry and contributing to the support of medical technology, and the construction of green buildings. This paper examines also the reality of nanotechnology in Algeria and its most important horizons.

Keywords: nanotechnology, Sustainable development, new technologies in Algeria.

Jel Classification Codes: : Q14, A12.

Résumé :

C'est dernières années, un nouveau terme a été forgé dans le domaine de la technologie à savoir « la nanotechnologie » , il a répandu massivement dans les sphères scientifiques et académiques grâce à ces applications multiples qui pousse les états à consacrer des moyens colossaux tant humains que financiers afin de pouvoir tirer ses avantages notamment dans le développement durable.

Cette étude aborde la notion de la nanotechnologie et son rapport avec les conditions du développement durable sur tous les plans, à travers la définition du rôle envisagé par cette nouvelle technologie en ce qui concerne la sauvegarde de l'environnement et l'économie de l'énergie, l'amélioration de l'industrie alimentaire, le soutien de la technologie médicale et la construction des immeubles verts. Ainsi, la présente l'étude examine la réalité de la nanotechnologie en Algérie et ses horizons.

Les mots clés : nanotechnologie, développement durable, les nouvelles technologies en Algérie

Codes de classification de Jel: Q14, A12.

المؤلف المرسل: قرقب مبارك، الإيميل: kerkeb21979@yahoo.fr

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

1. مقدمة:

خلال السنوات الاخيرة الماضية تزايد الاهتمام بتقنية النانو، وذلك لأفاق استخداماتها الواسعة حيث أصبحت تشمل المنظومات البيولوجية والصناعية والزراعية وحتى العسكرية، وترجع أهمية هذه التقنية إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمواد عند تصغيرها إلى الحجم النانوي، وهذا ما يكسبها مواصفات جديدة، مثل تحويل المواد غير الموصلة للكهرباء إلى مواد فائقة التوصيل، وزيادة المساحة السطحية للمواد عند تصغيرها للحجم النانوي مما يجعلها أكثر تفاعلا مع البيئة الخارجية، فضلا عن إعادة ترتيب الذرات التي تتكون منها المواد والتي تعطي نواتج مختلفة، أي أصبح بإمكاننا الحصول على المنتجات المحضرة بتكنولوجيا النانو بمواصفات عالية الجودة والمتانة تتفوق على المنتجات المحضرة بالطريقة التقليدية، وقد سمح ذلك بتحقيق نتائج مذهلة في مجال التنمية المستدامة وجعل العلماء يدخلون حقبة جديدة من المعرفة وعصر جديد من التكنولوجيا، وكان شعار هذه التكنولوجيا هو صناعة مواد تقاس أحجامها بالنانومتر لها خصائص عجيبة وتتمتع بقدرات مذهلة، فما هي تكنولوجيا النانو؟ وما هي تطبيقاتها في مجال التنمية المستدامة؟ ومدى حاجة الجزائر إلى استخدامها؟

إشكالية الدراسة والمنهج المستخدم: من أجل الإجابة على إشكالية الدراسة والمتمثلة في تحديد مدى تأثير تكنولوجيا النانو في تحقيق التنمية المستدامة، فقد تم الاعتماد على المنهج الوصفي في توضيح الجوانب النظرية للموضوع، أما المنهج التحليلي فقد تم الاعتماد عليه في تحديد علاقة تكنولوجيا النانو بأبعاد التنمية المستدامة.

أهداف الدراسة: تهدف الدراسة إلى توضيح الأسباب التي تدعو إلى تشجيع البحث في مجال تكنولوجيا النانو، وإبراز أهم الفوائد التي يمكن تحقيقها عن طريق تطبيق هذه التكنولوجيا بالإضافة إلى الإطلاع على واقع هذه التكنولوجيا في الجزائر.

مصطلحات الدراسة:

تكنولوجيا النانو: تقنية النانو هي معالجة المادة على المستوى الجزيئي أو الذري من أجل إنتاج مواد وأجهزة جديدة ذات خصائص استثنائية جديدة.

التنمية المستدامة: التنمية المستدامة هي المبدأ المنظم لتحقيق أهداف التنمية البشرية وفي نفس الوقت الحفاظ على قدرة النظم الطبيعية على توفير الموارد الطبيعية وخدمات النظم الإيكولوجية التي يعتمد عليها الاقتصاد والمجتمع.

وقد تم تناول إشكالية الدراسة من خلال أربعة محاور هي:

أولا: مفهوم تكنولوجيا النانو وتطورها؛

ثانيا: أبعاد التنمية المستدامة؛

ثالثا: التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا النانو في مجال التنمية المستدامة؛

رابعا: أفاق استخدام النانو تكنولوجي في الجزائر.

2. مفهوم تكنولوجيا النانو وتطورها.

إن أصل كلمة "النانو" مشتق من الكلمة الاغريقية "نانوس" وهي كلمة إغريقية تعني القزم ويقصد بها، كل شيء صغير وهنا تعني المواد المتناهية في الصغر أو التكنولوجيا المجهرية الدقيقة أو تكنولوجيا المنمنمات (الحق، 2020)، وفي مجال العلم النانو هو جزءا من المليار، فالنانو ثانية تعني واحد على المليار من الثانية، والنانو متر يساوي جزء من مليار جزء من المتر، و "المواد النانوية" **Nanomaterials** هي الفئة من المواد التي يمكن إنتاجها بحيث تتراوح مقاييس أبعادها بين 1-100 نانومتر، وتتميز المواد النانوية بخواص فيزيائية وكيميائية وميكانيكية فريدة عن المواد التقليدية، وذلك بسبب اتساع مساحة السطح الخارجي للمواد النانوية والتي تعد أهم خاصية لها، حيث توجد علاقة طردية بين تصغير الحجم وعدد الذرات على الأسطح الخارجية لأي جسم، وبسبب تكاثف الذرات على سطح الجسم تتضاعف شدة فاعليته ونشاطه، مما يؤدي لتغيير الخواص والصفات التقليدية لأي مادة عند وصولها إلى حجم النانومتر (فرج، 2018)، وعليه يمكن تعريف تقنية النانو تكنولوجي على أنَها

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

محاولة فهم سلوك وخصائص المواد والتحكم فيها على مستوى الذرة والجزيء وذلك لإنتاج مواد جديدة أو أجهزة متطورة لخدمة مصالح الإنسان في مجالات مختلفة (رشاد و حسونة ، 2017)، ولا بد ممن الإشارة إلى أن مصطلح النانو من المصطلحات العلمية القديمة التي تطرق لها العالم "ريتشير فينمان" في عام 1959 خلال محاضرة ألقاها في الجمعية الفيزيائية الأمريكية، حيث أعطى تصورا عن إمكانية تغيير خواص أي مادة وتعظيم سماتها، وعلى الرغم مما حملته هذه التنبؤات من إثارة، فإن ما أشار إليه "فينمان" لم يلقى في حينه الترحيب المنتظر، حيث وصف منهاجه بأنه مجرد حيال علمي يتفوق فيه الجانب النظري على الواقع العلمي، وقد استند العلماء آنذاك إلى تحريك ذرات أي مادة والتي تتضاءل أطوال أقطارها إلى ما دون النانومتر الواحد يعد أمرا مستحيلا، نظرا لعد توافر الوسيلة أو الأداة بالغة الصغر التي تستطيع التقاط الذرات وتحريكها من مواضعها الأصلية إلى مواضع أخرى، أو دمجها مع ذرات أخرى لتكوين شبكات بلورية جديدة.

ولم يمضي وقت طويل حتى تمكن العالمان "هنريتش روهو" و"جيرد بيننغ" من التوصل إلى اختراع نوع جديد من الميكروسكوبات المعتمدة على المسح البحثي لذرات المادة، وبهذا تمكنا من التعامل المباشر مع الذرات الأحادية للمواد وتحديد أبعادها الثلاثية، عم طريق إبرة دقيقة تستطيع من خلال شحنات إلكترونية التعامل مع الذرات على الأسطح الخارجية للعينة وإعادة ترتيبها (فرج، 2018).

وفي عام 1989 تمكن فريق بحثي من شركة **IBM** من توظيف إبرة الميكروسكوب الماسح لالتقاط ذرات عنصر "الزينون" الخامل وتحريكها بدقة متناهية لإعادة ترتيبها واحدة تلو الأخرى على سطح بارد من فلز النيكل، وبذلك فتحت هذه التجربة الباب لدخول العالم إلى عصر تكنولوجيا النانو والبدء في تصنيع أجهزة وأدوات لا تتجاوز أحجامها بضعة نانومترات.

وفي عام 2000 أعلنت الولايات المتحدة الأمريكية مبادرة "تقنية النانو الوطنية **NNI**" والتي جعلت تقنية النانو تقنية استراتيجية وطنية، وفتحت مجال الدعم الحكومي الكبير لهذه التقنية في جميع المجالات الصناعية والعلمية، وتلا ذلك قيام اليابان عام 2002 بإنشاء مركز متخصص للباحثين في تقنية النانو، وذلك بتوفير جميع الأجهزة المتخصصة ودعم الباحثين وتشجيع على تبادل المعلومات فيما بينهم.

وفي سنة 2003 وظفت أوربا 700 مليون يورو في مجال البحوث المتعلقة بالنانو تكنولوجي، وفي الهند أقامت الحكومة "وادي التكنولوجيا" الذي يدر عليها سنويا عشرين مليار دولار جراء بيع البرامج التي يتوصل إليها العلماء الهنود إلى أمريكا، ونفس الشيء بالنسبة لدول أخرى أنشأت مراكز ومعاهد متخصصة في تقنية النانو تكنولوجي مثل اليابان، وفرنسا، وإسرائل (رشاد و حسونة ، 2017).

والجدول الموالي يبين ترتيب أكبر عشرين بلد في مجال نشر أبحاث تكنولوجيا النانو، وذلك لسنة 2016.

جدول رقم (01): أكبر20 بلدا في نشر مقالات تكنولوجيا النانو في عام 2016.

الترتيب	البلد	عدد الأبحاث المنشورة	النسبة(%)
1	الصين	47,455	34.51
2	الولايات المتحدة	22,337	16.25
3	الهند	11,066	8.05
4	كوريا الجنوبية	8,386	6.1
5	ألمانيا	7,963	5.79
6	إيران	7,583	5.52
7	اليابان	6,952	5.06
8	فرنسا	5,313	3.86

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

9	المملكة المتحدة	5,038	3.66
10	إسبانيا	4,178	3.04
11	روسيا	4,124	3.0
12	ايطاليا	3,901	2.84
13	أستراليا	3,406	2.48
14	كندا	3,018	2.19
15	تايوان	2,831	2.06
16	السعودية	2,489	1.81
17	البرازيل	2,471	1.8
18	بولندا	2,300	1.67
19	سنغافورة	2,170	1.58
20	تركيا	2,056	1.5

Source: Ranking of Countries in Nanotechnology Publications in 2016, site: https://statnano.com/news/57105 Consultés : 20/08/2019

يبين الجدول أن 9 بلدان من أصل 20 بلدا تنشر أبحاثا علمية في مجال النانو تكنولوجي تنتمي إلى أسيا والقوقاز، بينما البرازيل هي البلد الوحيد من أمريكيا اللاتينية، أما الدول الإفريقية فلا يوجد من يمثلها ضمن العشرين الأوائل، مع الإشارة إلى أن مصر هي الدولة الأولى في إفريقيا، حيث تحوز المرتبة 25، وذلك بنشرها لـ 1423 مقال في النانو تكنولوجي، وتليها جنوب إفريقيا في المرتبة 35.

3. أبعاد التنمية المستدامة.

تتمحور عملية التنمية المستدامة حول مجموعة من الأبعاد وهي:

1.3 البعد البيئي: تتمثل أهم الاهتمامات البيئية في ظاهرة ارتفاع درجة حرارة المناخ، اختلال طبقة الأوزون، الاستغلال المفرط للموارد الطبيعية، والعديد من المشاكل المتعلقة بتلوث الهواء (حرفوش، 2008).

وتهدف التنمية المستدامة في المجال البيئي إلى الحد من المعدل العالمي لزيادة انبعاث الغازات الحرارية، وذلك عن طريق الحد من استخدام المحروقات وإيجاد مصادر أخرى للطاقة، وسيكون على البلدان الصناعية أن تتخذ الخطوات الأولى للحد من انبعاث ثاني أكسيد الكربون واستحداث تكنولوجيات جديدة لاستخدام الطاقة الحرارية بكفاءة أكبر، وتوفير إمدادات من الطاقة غير الحرارية تكون مأمونة وتكون نفقتها مقبولة.

2.3 البعد الاقتصادي: ويتعلق بزيادة متوسط الدخل الحقيقي للأفراد، والعدالة في توزيع الثروة لصالح الطبقة الفقيرة، وتوفير السلع والخدمات التي يحتاجها المجتمع بأسعار مقبولة، والاستثمار في الصناعات المنتجة، والعمل على تقليص العجز في الموازنة العامة، وتسهيل دخول الاستثمارات الأجنبية التي تعود بالفائدة على الدولة.

3.3 البعد الاجتماعي: إنّ عملية التنمية المستدامة تتضمن تنمية بشرية تهدف إلى تحسين مستوى الرعاية الصحية والتعليم، فضلاً عن مشاركة المجتمعات في صنع القرارات التنموية التي تؤثر في حياتهم، بالإضافة إلى عنصر العدالة الإنصاف، وهناك نوعان من الإنصاف الأول يتعلق بالأجيال المقبلة التي يجب أخذ مصالحها في الاعتبار، والنوع الثاني هو إنصاف من يعيشون اليوم من البشر ولا يجدون فرصًا متساوية مع غيرهم في الحصول على الموارد الطبيعية والخدمات الاجتماعية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4.3 البعد الزراعي: تحتاج التنمية المستدامة إلى حماية الموارد الطبيعية اللازمة لإنتاج المواد الغذائية ابتداء من حماية التربة إلى حماية الأراضي المخصصة للأشجار وحماية مصايد الأسماك، مع التوسع في الإنتاج الفلاحي لتلبية احتياجات السكان الآخذين في التزايد، وذلك عن طريق استخدام الأراضي القابلة للزراعة وإمدادها بالمياه بشكل أكثر كفاءة، وتبني ممارسات وتكنولوجيات زراعية محسنة تزيد الغلة، مع إجتناب الإسراف في استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات حتى لا تؤدي إلى تدهور الأنهر والبحيرات، وتهدد الحياة البرية أو تلوث الأغذية البشرية .

5.3 البعد التكنولوجي: في السنوات الأخيرة لعبت التكنولوجيا المتطورة دورًا كبيرًا في تعزيز مفهوم التنمية المستدامة، حيث عززت من أنشطة البحث والتطوير لتحسين أداء المؤسسات الخاصة والعامة، وأدت لاستحداث أنماط مؤسسية جديدة تشمل مدن ذكية وحاضنات للتكنولوجيا، وحفزت على النمو الاقتصادي، وولدت فرص عمل جديدة، وساعدت على تحويل المجتمع إلى مجتمع معلوماتي.

4. التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا النانو في مجال التنمية المستدامة.

تساعد تكنولوجيا النانو على تحقيق تطورات تنموية مذهلة.وفي مجالات كثيرة ومن أهمها:

1.4 إزالة التلوث: يزداد النشاط الكيميائي للمواد النانوية لوجود أعداد ضخمة من ذرات المادة على أوجه أسطحها الحارجية، حيث تعمل كمحفزات تتفاعل بقوة مع الغازات السامة، مما يرشحها لأن تؤدي الدور الأهم في الحد من التلوث البيئي، كما تعد خلايا الوقود أحد التطبيقات قليلة التكلفة للمحفزات النانوية، ومن أهم مصادر الطاقة الجديدة والنظيفة (فرج، 2018)، ففي مجال تنقية المياه الجوفية مثلا يتم ضخ خليط مكون من مسحوق حبيبات الحديد نانوي الأقطار ويتم خلطها بحبيبات مسامية من الرمل لتقوم بدور الوسط الحامل لها، وضخ هذا المخلوط في بئر تمتد إلى أسفل طبقة المياه الجوفية المراد معالجتها، ويطلق على هذه البئر العمودية المشحونة بالحبيبات مصطلح "حاجز التلوث أو حاجب التلوث **Contamination Barrier**"، وبمجرد دخول المياه الجوفية الملوثة إلى البئر وتخللها للمسام الرملية الحاضنة لحبيبات الحديد النانوية على طول سمك البئر تبدأ مركبات الملوثات في الالتقاء مع حبيبات الحديد، والتي تقوم بدورها بتكسير روابط تلك الجزيئات وتحويلها إلى مواد عضوية غير ضارة (يوسف، 2015، صفحة 21).

أما في مجال تلوث الهواء فنجد أن البلورات النانوية "للتيتنيا" **TiO2** التي تقل أقطار حبيباتها عن 10 نانومترات تمثل مواد واعدة تستخدم للتخلص من أبخرة الزئبق التي تنطلق في الهواء نتيجة حرق الفحم بمحطات توليد الطاقة الكهربائية، وفي وجود أشعة الشمس فوق البنفسجية تقوم هذه البلورات النانوية بأكسدة أبخرة الزئبق وتحويلها إلى أكسدة الزئبق (في حالته الصلبة) والذي لا يمثل خطورة على صحة الإنسان، وفي هذا السياق فتحت إحدى الشركات اليابانية المجال لحبيبات "التيتنيا" النانوية كي توظف كمحفزات ضوئية فعالة تستخدم للتخلص من أكاسيد النيتروجين السامة **NOx** وإزالتها من الهواء، وذلك عن طريق تكسيرها واختزالها إلى مركبات صديقة للبيئة.

كما أتاحت تكنولوجيا النانو إمكانية تحديد مستويات تلوث الهواء ومتابعته لحظيا، وذلك عن طريق أجهزة قياس صغيرة الحجم، حيث يمكن ربطها لا سلكيا بنظام المعلومات الجغرافية لتحديد مناطق التلوث، وقد تم استخدام هذه الأجهزة في رصد وتعقب حرائق الغابات التي اندلعت في كاليفورنيا الأمريكية عام 2007 بعدما عجزت الطائرات عن التحليق فوق الغابات المحترقة (رشاد و حسونة ، 2017).

2.4 تحلية مياه البحار: أكدت التجارب العملية أن استخدام أنابيب الكربون النانوية في عمليات الترشيح قد خفضت من تكاليف التحلية بنسبة 75%، حيث تسمح لجزيئات الماء النقي من العبور بينما تحجب مرور جزيئات الأملاح، وتزداد فاعليتها مع استخدام حبيبات أول أسيد الماغنسيوم النانوية، وكذلك حبيبات فلز الماغنسيوم الحر، وتبدي هذه المواد فاعلية شديدة في القضاء على البكتريا، وإبادة الجراثيم التي قد توجد في مياه الشرب.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3.4 التحول نحو المباني الخضراء: تقدم وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة تعريفا لمصطلح المباني الخضراء أو المستدامة بأنها العمليات التي تراعي الظروف البيئية وتحقق أكبر استفادة من المواد خلال مراحل إنشاء المباني بدءا من تحديد الموقع والتصميم مرورا بمرحلة البناء والتشغيل والصيانة، والترميم والهدم ويتسع المصطلح ليشمل الاعتبارات الاقتصادية وتلك التي تتعلق بالراحة والمرافق المتوفرة (ميلان، 2015، صفحة 27)، ويمكن لتكنولوجيا النانو المساعدة على التوسع في هذه المباني من خلال الخواص المستفيدة من تصغير حجم حبيبات المادة ووجود أعداد ضخمة من الذرات على أوجه سطحها الخارجي، حيث ترتفع درجة صلابة المواد وتزيد مقاومتها لمواجهة الاجهادات والأحمال الواقعة عليها، حيث يمكن استخدام المواد النانوية في زيادة متانة الإسمنت والخرسانة، وإنتاج مواد ضد التسرب والرطوبة، وإنتاج دهانات مقاومة لأشعة الشمس يسهل تنظيفها، مما يساهم في خفض تكاليف الصيانة (الشرق، 2018).

4.4 العناية الصحية: من بين استخدامات النانو في المجال الصحي نذكر (يوسف، 2015):

1.4.4 الصناعات الدوائية: لكون الجزيئات النانوية متناهية في الصغر، يمكنها إيصال الدواء للخلايا المصابة وبدقة كبيرة، ويمكنها أيضا التقليل من الأعراض الجانبية للدواء لأنها تتعامل مباشرة مع الخلايا المريضة فقط، وتمنع وصول الدواء إلى أجزاء أخرى لم يكن علاجها مقصوداً.

2.4.4 علاج أو إصلاح الأضرار الخلوية: تستخدم جزيئات النانو في علاج السرطان حيث تصل إلى الخلايا السرطانية وتتمركز فيها، ومن ثم يتم تسخينها عن طريق موجات تردد معينة **Radiofrequency** مما يؤدي إلى قتل خلايا السرطان دون الإضرار بالخلايا الطبيعية المجاورة، وإذا أثبتت هذه التقنية فعاليتها وأمانها فسوف تؤدي إلى التخلي عن العلاج الكيماوي أو الإشعاعي الذي يخلف أعراضا جانبية كثيرة.

3.4.4 تشخيص بعض الأمراض: تستخدم تقنية النانو في تشخيص بعض الأمراض الميكروبية بحيث تلتصق جزيئات النانو بأجسام مضادة تذهب لتلتحم بالميكروبات داخل الجسم، وبعد ذلك يمكن التقاط إشارات من جزيئات النانو لتشخيص الإصابة بهذا الميكروب أو ذاك.

4.4.4 هندسة الأنسجة: كما يمكن أن تستخدم تقنية النانو في لحام الأوعية الدموية بعد قطعها بدون الحاجة للخياطة الجراحية المعتادة، وأيضاً تستخدم لتحفيز تكاثر أو إصلاح بعض الأنسجة المريضة والتي قد تغني في المستقبل عن زراعة بعض الأعضاء.

5.4 الرفع من إنتاجية الأراضي الزراعية: في ظل تكنولوجيا الناتو والتحامها مع التكنولوجيا الحيوية أمكن التعامل مع الجينات النباتية والحيوانية بما يتيح إضافة خواص متعددة إليها من خلال توظيف الحبيبات والألياف النانوية في نقل الجينات المراد توصيلها إلى داخل الخلايا الحية، وقد ساعد ذلك على تحسين خصوبة التربة الزراعية، ورفع قدرتها على إنتاج محاصيل عالية الجودة وجعلها أكثر مقاومة للأمراض والآفات.

6.4 تحسين الصناعة الغذائية: من بين التطبيقات الحديثة لهذه التكنولوجيا المتقدمة، والتي كثر الحديث عنها في الآونة الأخيرة عن استخدام مصطلح جديد هو الغذاء النانوي "**Nonofood**" الذي أصبح يمثل الأمل لفئات عريضة من البشر تعاني من الحرمان في مجال تناول الغذاء الصحي الذي يجمع بين صفات مرغوب فيها، كالمذاق الجيد واكتمال العناصر الغذائية فيه، وانخفاض سعراته الحرارية، وذلك عن طريق ترتيب ذرات المواد الداخلة في تركيب جزيئات المواد الغذائية، وإضافة عناصر مفيدة لرفع قيمة وجودة هذه المواد.

ومن جهة أخرى تعمل تقنية النانو على تحسين مواد التغليف وجعلها قوية ومقاومة للحرارة والفيروسات، وتتميز هذه الأغلفة بخواص ميكانيكية ووظيفية تمكنها من منع حدوث تبادل للرطوبة والغازات مع الوسط الخارجي، حيث تم تطوير عبوات غذائية نانوية من الفضة والزنك لها القدرة على امتصاص أي نكهات أو روائح غير مرغوب فيها، ومن خلال أنابيب كربونية نانوية

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يمكن ضخ غازات ثاني أكسيد الكربون أو الأكسجين إلى خارج العبوات في حالة تعرضها للتلف، كما تم تطوير حبر ذكي للكتابة على العبوات يحتوي على جزيئات نانوية حساسة للأكسجين وللأشعة الضوئية، وفي حالة تعرضه للأشعة فوق البنفسجية أو نفاذ الأكسجين داخل العبوة فإن لون الحبر يتغير، وبالتالي يتم تحذير المستهلك بفساد المادة الغذائية أو أنها ستفقد صلاحيتها للاستهلاك الإنساني خلال وقت قصير (محمود ، 2015، الصفحات 7-9).

7.4 الاقتصاد في الطاقة: تعتبر الطاقة من بين التحديات التي تواجه البشرية في المرحلة الراهنة، وأغلب هذه الطاقة يتم الحصول عليها من حرق الوقود الأحفوري (فحم، نفط، غاز)، والتي تنتج مشاكل كبيرة للبيئة، ولمواجهة هذا التحديات وضمان إمدادات الطاقة على المدى البعيد تحاول علوم وتقنيات النانو تطوير مصادر الطاقة الحالية بكفاءة عالية ودون الأضرار بالبيئة وذلك عن طريق استخدام المواد النانونية ذات القوة الكبيرة والأوزان الخفيفة في وسائل المواصلات لتقليل استهلاك الوقود، واستخدام الجزيئات النانونية لثاني أكسيد "التيتانيوم" في الخلايا الشمسية بدل الخلايا السيلكونية ذات التكلفة مرتفعة، كما يمكن لتقنية النانو أن تساعد على تحسين كفاءة البطاريات القابلة للشحن، وأن تحل محل الوقود الأحفوري في توليد الهيدروجين من الماء (رشاد و حسونة ، 2017).

5. النانو تكنولوجي في الجزائر.

1.5 مجهودات الجزائر في مجال إكتساب وتطوير النانو تكنولوجي.

في سعيها لمواكبة التطورات التي تحدث في مجال النانو تكنولوجي عملت الجزائر على بناء محطة تكنولوجية لتصنيع الشرائح والأنظمة الالكترونية في إطار النانو تكنولوجي، حيث كلف إنشاء 22 مليون دولار أمريكي وأنجزت بالتعاون مع الألمان وبتجهيزات وتكنولوجيات أمريكية، تقع المحطة في باب حسن بالعاصمة، ويعمل بها أكثر من 25 باحث جزائري، وهي مدعمة بمرافق أخرى لتأمين أي تسرب للمواد السامة، على غرار مستشفى ومدرج لهبوط الطائرات المروحية ووحدة لتدخل الحماية المدنية، ويتولى تسيير المحطة مجمع يتكون من عدة وزرات (الجزائرية، 2017).

وفي مجال البحث العلمي نجد أن تخصص علوم وتقنيات النانو يتركز في الأقسام العلمية بالجامعات، ومراكز تطوير الطاقة المتجددة مثل مختبر علوم المادة بجامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، والأقسام المختلفة بكليات الكيمياء والفيزياء، حيث يبلغ عدد الأبحاث المنشورة في مجال تقنيات النانو 1612 بحثا من إجمالي 48858 بحثا بحسب مؤشر **scopus**، ويبين الجدول الموالي تفصيل الجامعات الأكثر إنتاج لأبحاث النانو، حيث تنشر جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين 223 بحثا من إجمالي 7448 بحثا في مختلف التخصصات (قشيوط، 2017).

جدول رقم (2): الجامعات الجزائرية الأكثر إنتاجا لأبحاث النانو

إسم الجامعة	عدد أبحاث النانو	عدد أبحاث الكلية	إسم الجامعة	عدد أبحاث النانو	عدد أبحاث الكلية
جامعة سعد دحلب البليدة	61	1627	جامعة جيلالي اليابس سيدي بلعباس	161	2737
جامعة عبد الرحمان ميرة بجاية	123	1928	جامعة باجي مختار عنابة	141	3721
جامعة السانية وهران	52	2202	جامعة فرحات عباس سطيف	142	2827
جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان	69	2505	جامعة منتوري قسنطية	154	4624
جامعة محمد بوضياف للتكنولوجيا وهران	98	2348	جامعة العلوم والتكنولوجيا هواري بومدين الجزائر	223	7448
الإجمالي العام				1224	31967

المصدر: عبد الهادي بشير قشيوط وآخرون، **دراسة تشخيصية لمسح الإمكانيات في مجال علوم وتقنيات النانو في الوطن العربي**، المنظمة العربية للتدريب والثقافة والعلوم، تونس، 2017، ص76.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

من خلال مقارنة هذه الأرقام بدول عربية أخرى نجد أن الجزائر تحتل ترتيبا لا بأس به في مجال البحث العلمي الخاص بتكنولوجيا النانو، حيث تتفوق عليها كل من جامعة السعودية بـ 8108 بحث، والجامعات المصرية فقد بلغت أبحاثها 7560 بحث، والجامعات التونسية بـ 1323 بحث، بينما الدول الأخرى تأتي بعد الجزائر من حيث الترتيب ومنها الأردن بـ 568 بحث، قطر بـ 745 بحث، العراق 659 بحث، المغرب بـ 767 بحث، عمان بـ 265 بحث، الكويت بـ 1110 بحث، البحرين ب 170 بحث، سوريا 65 بحث، ليبيا 83 بحث (قشيوط، 2017).

لكن تبقى جودة الأبحاث المنجزة مقارنة بعددها مرتبطا بالنتائج الفعلية لها على أرض الواقع، ومدى قدرتها على تحقيق التنمية، ويمكن للجزائر استغلال إمكانيتها في مجال النانو تكنولوجي في عدة مجالات وذلك بالاستعانة بمنظومة البحث العلمي في الجزائر والمتكونة من جامعات ومدارس وطنية، بالإضافة إلى المجلس الوطني للبحث العلمي والتكنولوجي التابع للحكومة، والصندوق الوطني لتمويل البحث العلمي والتطور التكنولوجي الذي تشرف عليه وزارة التعليم العالي والبحث العلمي،

كما نشير هنا إلى إنشاء وحدة البحث في علم وتكنولوجيا النانو **URNN** ويقع مقر هذه الوحدة حاليًا داخل حرم جامعة سطيف1، وهي في مرحلة الإنجاز منذ عام 2017، حيث تم اعتماد مشروع الإنشاء من قبل المجلس العلمي ومجلس إدارة مركز تطوير التكنولوجيات المتقدمة **(CDTA)** وكذلك لجنة القطاع الدائم **(CSP)** بوزارة التعليم العالي والبحث العلمي**(MESRS)**.

وتتمثل مهام هذه الوحدة في: إكتساب وتطوير الخبرات العلمية والعملية في مجال علوم وتكنولوجيا النانو والمشاركة في تأسيس تقاليد البحث التجريبي في البلاد، وضع حيز العمل تقنيات تصنيع و تشخيص المواد في المقياس النانومتري و التحكم فيها، تشكيل أنظمة و تركيبات حديثة للمواد و دراسة خصائصها الفيزيائية، الكيميائية و الإلكترونية، و إدماجها في تطبيقات تكنولوجية،التحكم في تكنولوجيا الفراغ شبه التام الإصطناعي و كذا تكنولوجيا التبريد العالي اللازمتين في تقنيات التشخيص و التطوير في مقياس النانومتر، تبسيط و نشر مفاهيم و فوائد علم وتكنولوجيا النانو في الجامعة الجزائرية و عند الشركاء الإجتماعيين والإقتصاديين و كذلك عامة الجمهور.

2.5 أفاق استخدام النانوتكنولوجي في الجزائر.

من بين تلك المجالات التي تمثل تحديا للجزائر في مجال النانو تكنولوجي نجد:

1.2.5 تعظيم الاستفادة من الطاقة الشمسية: تمتلك الجزائر أكبر حقل من الطاقة الشمسية في حوض البحر الأبيض المتوسط، كما أن متوسط إشراق الشمس في الأراضي الجزائرية يتجاوز 2000 ساعة سنويا، ومجموع تلقي الطاقة الشمسية يقد بـ 169400 تيراواط ساعة / السنة (سليمان و حمد ، 2017)، وتستخدم الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء عن طريق الخلايا الكهروضوئية التي يتم تصنيعها من بلورت السيلكون الأحادية أو من السيلكون متعدد البلورات، ويمثل الحد النظري الأقصى لهذه الخلايا المصنعة من السيلكون (31%)، إلا أن كفاءتها الفعلية في تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية لا تتجاوز نسبة (20%)، مما يعني فقدان كم هائل من الفوتونات الضوئية وعدم الاستفادة منها في تحويل الضوء إلى طاقة كهربائية، ولحل هذه المشكلة فقد طرحت تكنولوجيا النانو نهجا متميزا من المفاهيم الجديدة الرامية إلى زيادة الكفاءة الفعلية للخلايا كي تصل إلى مرتبة قريبة من الحد النظري والمتمثل في (31%) (ممدوح، 2015)، وبالتالي فإنه يمكن للجزائر تطوير تلك المفاهيم والاستفادة منها في حال أرادت تصدير تلك الطاقة، والحصول على مداخيل بالعملة الصعبة.

2.2.5 تحقيق الكفاءة في استغلال الأراضي الزراعية: في ظل الأزمة الاقتصادية الخانقة التي تعيشها الجزائر نتيجة تهاوي أسعار النفط يؤكد خبراء ومتابعون ضرورة أن تبحث الحكومة وبشكل سريع عن مداخيل بديلة للمحروقات، مؤكدين أن الفلاحة تشكل البديل الأمثل والحل الواقعي لمواجهة هذه الأزمة، ويمكن استخدام تكنولوجيا النانو في مجال الزراعة كونها تعد حلا لمشكلة المبيدات الحشرية حيث تضمن الاستفادة من فوائد المبيدات وتمنع وصول أخطارها للإنسان، وذلك عن طريق تصنيع هذه المبيدات في كبسولات نانومترية يستطيع الإنسان التحكم الدقيق في معدل إفرازها.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

كذلك يمكن استخدام تكنولوجيا النانو في التغلب على مشكلة ارتفاع درجة الحرارة في الصحراء من خلال تطوير مبردات مائية على هيئة كبسولات نانومترية يمتصها النبات وتحتفظ بكميات من المياه داخل أجزاء النبات إلى فترات طويلة، أو تطوير خزانات المياه النانومترية التي تخزن مياه الأمطار في التربة حتى يستخدمها النبات في أوقات الجفاف (كنانة، 2018).

3.2.5 مواجهة الأمراض المزمنة: وفي مقدمتها مرض السرطان، فوفقا لتقديرات مختصين تستطيع المراكز المتوفرة حليا لعلاج السرطان تحمل أعباء العناية بـ 26 ألف مريض سنويا، في حين يكشف رئيس الهيئة الاستشارية لترقية الصحة أن الجزائر تسجل أكثر من أربعين ألف حالة إصابة جديدة سنويا، فمصلحة "بيار ماري كورب" بالعاصمة تستقبل لوحدها 250 حالة سرطان يوميا، حيث يستقبل المرضى بمواعيد طبية مؤجلة (الشروق، 2018)، وتعد تقنية النانو من أحدث الصيحات العلاجية لمكافحة السرطان ومنع انتشار المرض ومعاودة إصابة الأشخاص به مرة أخرى، حيث أوضحت دراسة أشرف عليها باحثون من الجمعية الأمريكية للسرطان، أن الجزئيات النانوية تتمتع بفعالية رائعة في استهداف الخلايا الجذعية السرطانية التي تقاوم الأدوية المضادة للأورام، وفي مجال القصور الكلوي تسجل الجزائر سنويا خمسة آلاف إصابة، حيث يمكن علاج هذه الحالات من خلال الاستفادة من تقنية النانو تكنولوجي، فحسب علماء من "جامعة كالفورنيا" في سان فرانسيسكو و"جامعة فاندربيلت" يمكن اختراع جهاز يحاكي وظيفة الكلي البشرية، وذلك باستخدام تقنية النانو فلتر السيلكون "nanofilter" لإزالة السموم والأملاح وبعض الجزيئات الصغيرة من الدم، وعلى الرغم من أن هذا الابتكار في مراحله الأولية وغير جاهز حتى الآن، فإنه يمثل البديل الأمثل والأقل ثمنا للملايين من مرضى الفشل الكلوي حول العالم، وسيخفف كثيرا من معاناتهم.

خاتمة:

من خلال ما سبق يمكن القول أن تكنولوجيا النانو هي تقنية واعدة تبشر بقفزة هائلة في جميع فروع العلم ويرى المتفائلون أنها ستلقي بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمي والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادي، فهي وبكل بساطة ستمكننا من صنع أي شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل لا نتخيله، إلا أن المطلوب بالموازاة مع ذلك هو البحث في الجوانب السلبية لهذه التكنولوجيا وتأثيرها على أبعاد التنمية المستدامة، حيث أنه لا يوجد في هذا الخصوص إلا بعض التجارب التي أظهرت أن الجسيمات النانوية عند استنشاقها يمكن أن تُحدِث التهابا في الرئتين أكثر مما تُحدِثه الجسيمات ذات الحجم الكبير، كما أشارت دراسة أخرى إلى أن الجسيمات النانوية قد تسببت في موت بعض القوارض وحدوث تلف للمخ في السمك، وتشير دراسات أخرى حول تلوث الهواء إلى أن زيادة تركيز الجسيمات النانوية في الجو سوف يؤدي إلى زيادة انتشار الأمراض، ومن هذا المنطلق كان لزاما على الجزائر أخذ الحيطة والحذر في مجال استغلال إيجابيات تكنولوجيا النانو، خاصة وأنها بدأت البحث في هذه التقنية من خلال قيامها بما يلي:

1. بناء محطة تكنولوجية لتصنيع الشرائح والأنظمة الالكترونية في إطار النانو تكنولوجي.
2. تدريس علوم وتقنيات النانو في الأقسام العلمية لبعض الجامعات.
3. إنشاء وحدة البحث في علم وتكنولوجيا النانو **URNN** بجامعة سطيف.

ومن بين أهم المحاور التي يمكن أن تركز عليها الجزائر في مجال الاستفادة من النانو تكنولوجي وهذا حسب مركز تنمية الطاقات المتجددة بالجزائر نذكر ما يلي:

1. الطاقة الشمسية الكهروضوئية (النانو البلازما، التنظيف الذاتي وحماية الزجاج بواسطة طلاء النانو،الخلايا الضوئية)
2. كربون تركيبة النانو (التخزين الكهروكيميائي، مواد أقطاب بطريات الليثيوم أيون والصوديوم أيون،التخزين الصلب للهيدروجين والميثانول)
3. مركب النانو- التحفيز الضوئي(إنتاج الهيدروجين بتقسيم الماء، خلايا الوقود)
4. طاقة الرياح (مكونات النانو المعدلة لشفرات توربينات الرياح، طلاءات النانو لحماية شفرات توربينات الرياح من التآكل، مواد تشحيم جسيمات النانو لتوربينات الرياح)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

5. الطاقة الشمسية الحرارية والفاعلية الطاقوية(سوائل النانو لتحويل حرارة، نانو تكنولوجي بالاعتماد على مواد العزل الحراري في تشييد المباني)

6. الماء والبيئة(الأغشية الرقيقة، الطلاءات والبنية النانوية لأغشية الجزيئات الميكرونية، تحلية مياه البحر بواسطة أغشية النانو).

الهوامش:

كعوان سليمان، و جابة حمد . (2017). تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية. ، *مجلة اقتصاديات شمال إفريقيا، العدد العاشر* ، 135.

اسامو ممدوح. (19 10، 2015). *الخلايا الشمسية النانونية والطلب العالمي على الطاقة*. تم الاسترداد من مدونة: http://osamamamdouh.blogspot.com/2015/10/blog-post_19.html

ألان ميلان. (2015). المباني الخضراء. *مجلة بيئة المدن الإلكترونية*، 27.

الحق. (01 06، 2020). *تقنية النانو*. تم الاسترداد من منتدى اللمة الجزائرية: https://www.4algeria.com/forum/t/397451

الشروق *250* .(20 08, 2018). *جزائري يصابون بالسرطان يوميا* . Récupéré sur www.echoroukonline.com: https://www.echoroukonline.com/ara/articles/219112.html

جريدة الشرق. (20 09، 2018). *النانو تكنولوجي والمباني الخشبية*. تم الاسترداد من جريدة الشرق: http://www.alsharq.net.sa/2012/05/31/316171

سهام وآخرون حرفوش. (2008). الإطار النظري للتنمية الشاملة المستدامة ومؤشرات قياسها. *المؤتمر العلمي الدولي حول التنمية المستدامة والكفاءة الإستخدامية للموارد المتاحة ايام 07، 08 أفريل* (صفحة 09). سطيف، الجزائر: جامعة فرحات عباس سطيف.

عبد الهادي بشير قشيوط. (2017). *دراسة تشخيصية لمسح الامكانيات في مجال علوم وتقنيات النانو في الوطن العربي*. تونس: ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

علي يوسف. (2015). *النانو تكنولوجي وتطبيقاته في المستقبل*. سوريا: المركز الوطني للمتميزين.

فتحي فرج. (20 09، 2018). *النانو تكنولوجيا .. علم وصناعة القرن الجديد*. تم الاسترداد من الحوار المتمدن: http://thevoiceofreason.de/de/article/18586

كنانة. (20 08، 2018). *تطبيقات النانو تكنولوجي في المجال الزراعي*. تم الاسترداد من كنانة اونلاين: http://kenanaonline.com/users/developguid/posts/830449

مرفت أحمد محمد رشاد، و أيمن جابر حسونة . (2017). التطبيقات البيئية الخضراء لتكنولوجيا النانو في المستقبل. *المؤتمر الدولي السابع للاتحاد العربي للتنمية المستدامة والبيئة ايام 20-19 نوفمبر* (صفحة 5). مصر: جامعة عين شمس.

نادية الجزائرية. (26 08، 2017). *لماذا لا تستثمر الجزائر في النانو تكنولوجي*. تم الاسترداد من army-tech: http://army-tech.net/forum/index.php?threads/13097

ولاء أحمد علي محمود . (2015). النانو تكنولوجي في مجال صناعة الغذاء. *مجلة أسيوط للدراسات البيئية*، 9-7.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com